

# LA TÉCNICA ANTROPOMÉTRICA APLICADA AL DISEÑO INDUSTRIAL

Enrique Bonilla Rodríguez



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO, División de Ciencias y Artes para el Diseño

*La técnica antropométrica aplicada al diseño industrial*

# LA TÉCNICA ANTROPOMÉTRICA APLICADA AL DISEÑO INDUSTRIAL

Enrique Bonilla Rodríguez

*Libros de la telaraña*
*3*

*División de Ciencias y Artes para el Diseño*

Portada de José Cruz Vázquez Medina
Corrección de Ana Julia Arroyo Urióstegui
Formación de Luis Maya Peña
La edición estuvo al cuidado de
Gerardo Kloss Fernández del Castillo

Primera edición, 1993

Calzada del Hueso 1100, 04960 México, D. F.

ISBN 970-620-112-2

*Para Luz María, Erick y Lucero,*
*quienes son los pilares de mi obra.*
*A mi colega Erick Klamroth Walther†,*
*a mi amigo Oscar Frontini†*
*y mi maestra Oralba Castillo Nájera.*

Nadie puede vivir en lugar de otro ni hablar de la vida de otro, sin antes haberlo oído enfrentarse a la empresa de su inteligencia.

*Louis Althusser*

# Índice

# Prólogo

El presente trabajo pretende dar un panorama general de la técnica antropométrica aplicada al diseño industrial; está dirigido a los profesionistas que necesitan conocer las dimensiones humanas para aplicar este conocimiento en la elaboración de los objetos, máquinas y herramientas que el hombre utiliza. Este conocimiento no se enfoca a las diferencias individuales entre los sujetos, sino a grandes cantidades de datos obtenidos a partir de muestras de población, para que sean contemplados en el diseño de objetos que puedan ser usados por los individuos que las componen.

Este trabajo ofrece una perspectiva global de esta técnica, así como de las generalidades de su aplicación y del instrumental necesario; de la misma manera, explica los puntos antropométricos con su referencia visual, para lograr una mejor comprensión que permita su aplicación inmediata.

No se pretende que el lector sea un experto antropometrista, ya que esta especialidad pertenece al campo de la antropología física, cuyas aplicaciones satisfacen también otras necesidades, como crecimiento y desarrollo, variabilidad humana, composición corporal, etcétera. Por esto, y como el ser humano es dinámico —no puede encontrarse siempre en una sola posición—, se hace énfasis en las medidas más importantes y necesarias desde el punto de vista de los factores humanos o de la ergonomía aplicada al diseño.

Por otro lado, en este trabajo se propone un modelo de cédula que puede aplicarse para la captura de datos, o que puede ser modificada de acuerdo con los requerimientos de medidas y con base en la orientación y necesidades de cada objeto de diseño. Para establecer las medidas que se toman en la técnica antropométrica se han observado las normas internacionales, así como las convenciones que han sido sancionadas para su utilización a nivel práctico.

Finalmente se muestra la forma en que se deben presentar los datos capturados por medio de la técnica antropométrica, para lograr su mejor comprensión y aplicación en cualquier objeto de diseño.

El término *ergonomía* fue acuñado en Inglaterra, en 1950, por un grupo de físicos, biólogos, psicólogos, médicos e ingenieros, para describir las actividades interdisciplinarias destinadas a resolver los problemas creados por la tecnología de guerra. El termino se derivo de las raíces griegas *ergom* (trabajo o fuerza), y *nomos* (ley, regla o conocimiento).

En los Estados Unidos el factor humano (como descripción del sujeto sin relación con su entorno), fue también reconocido —aunque muchas veces desairado— en los sistemas militares hombre-máquina durante la segunda guerra mundial. Los investigadores del comportamiento, antropometristas, médicos, ingenieros y otros practicantes de esta disciplina en desarrollo decidieron, en el año de 1957, referirse a su nuevo campo como *factores humanos* más que como *ergonomía*.

Así, el mismo campo de investigación y sus aplicaciones se llama *factores humanos* y/o *ingeniería humana* en los Estados Unidos y *ergonomía* en el resto del mundo.

En este trabajo los términos *factores humanos* y *ergonomía* se usan como sinónimos, o bien en la denotación actual, de uso mundial, de factores humanos/ergonomía o por sus siglas FH/E.

La definición formal es la siguiente: . . ."factores humanos/ergonomía es el estudio de las características del hombre para el diseño apropiado del ambiente donde él vive y del trabajo, así como de su relación con los objetos de diseño" (Kroemer, 1987).

Los investigadores en este campo (aunque no todos) trabajan e

investigan para aprender, conocer y describir las características humanas (capacidades, limitaciones, motivaciones y deseos), de tal manera que este conocimiento sea aplicado para adaptar el ambiente hecho por el hombre y que involucra a la gente, tal como el diseño de los múltiples y diferentes objetos que la gente utiliza.

Este conocimiento puede afectar los sistemas técnicos complejos, las tareas en el trabajo, las herramientas, los objetos de uso diario y los implementos para uso deportivo o recreativo.

Por lo tanto esta área, así como su aplicación, se centra en el hombre de manera transdisciplinaria (Kroemer, 1988).

Enrique Bonilla Rodríguez

# Introducción

Una de las características principales de los factores humanos/ergonomía (FH/E) en el diseño es que su práctica es interdisciplinaria, ya que varios campos del conocimiento convergen hacia su fin y su objeto de estudio, que es el hombre en su entorno ambiental, ya sea ecológico, del hogar, del trabajo, de su desempeño o de su recreación. Estas disciplinas incluyen la medicina, la antropología física, la biomecánica, las matemáticas, etcétera; de tal suerte que es interesante trabajar con todas ellas hacia el objetivo de buscar el confort y el buen desempeño del hombre en su ambiente para prevenir los posibles riesgos de su entorno.

El presente trabajo parte de una de las técnicas empleadas originalmente por la antropología física para conocer la variabilidad en los restos óseos del ser humano, y que fue luego retomada por los investigadores de los factores humanos en el diseño o ergonomía para su aplicación, no sólo en el diseño industrial (como lo señala el título de este libro), sino también para la arquitectura, el diseño gráfico, y el diseño de los asentamientos humanos; el primero para el diseño de objetos que serán usados por el hombre, los segundos para ubicar al hombre en el entorno que van a desarrollar o planear para él.

Los términos FH/E son usados como sinónimos, pues ambos describen la interacción entre los objetos y el hombre, entre los

espacios y el hombre, entre la máquina y el hombre y entre éste y las demandas de trabajo; los dos tratan de la reducción del estrés innecesario del hombre en su medio ambiente.

Los FH/E son una disciplina que requiere de bastante información de los resultados de la investigación básica y de la tecnología, ya que sus resultados finales son aplicables. La información que se requiere es sobre las capacidades de la gente para el uso de productos y su desempeño al utilizarlos, ya sean objetos de uso cotidiano, máquinas, equipos, lugares de trabajo o los procesos del trabajo mismo.

En algunas instituciones de Norteamérica, como las industrias militar, automotriz, farmacéutica y otras, así como en las universidades en que se ha aceptado esta práctica profesional y sus principios, existen laboratorios de medición que se encuentran en las áreas de ingeniería y ciencias biológicas.

En nuestro medio, a pesar de que esta práctica se encuentra en relación con otras prácticas profesionales, no se le ha dado la debida importancia a sus aplicaciones, como en el caso del diseño industrial.

Los beneficios de dicha práctica se demuestran en objetos de diseño cada vez mejores en relación con los usuarios; herramientas, equipos, lugares de trabajo y trabajos que mejoran también la seguridad, la salud y el grado de confort, satisfacción y desempeño del ser humano que usa estos objetos.

Actualmente, el aumento del interés por la "modernidad" en cuanto a la productividad, *performance* o desempeño, calidad total, etcétera, ha hecho que aumente el interés por los FH/E, junto con su demanda en el sector industrial o institucional (IMSS, DDF, etcétera).

Muchas escuelas de diseño industrial, arquitectura, ingeniería industrial, psicología, etcétera, incluyen en sus cursos programas de FH/E, e incluso otorgan certificación a nivel de especialización o posgrado, como en el caso de la maestría de diseño industrial (área de ergonomía) de la UNAM.

La técnica antropométrica y, de hecho, la antropometría, son parte de las diferentes y variadas técnicas que se utilizan en los FH/E. La técnica antropométrica se puede definir como el estudio de la gente en términos de sus dimensiones físicas somáticas, incluyendo las medidas características del cuerpo humano, como tallas, anchu-

ras, circunferencias y distancias entre puntos anatómicos, mientras que la antropometría es la técnica usada para expresar cuantitativamente la forma y dimensiones del cuerpo.

Se ha procurado que este manual sea de interés y sobre todo de fácil aplicación para aquellos a quienes va dirigido, y también para otros profesionistas que trabajan para el entorno del ser humano, como los arquitectos. Se dan las bases de las medidas mas importantes, pero esto no quiere decir que de esta propuesta no puedan surgir otras más que sean necesarias. Por el contrario, esto se ha previsto, y es partiendo de la propuesta aquí señalada que se pueden obtener.

# La selección de la muestra y su aplicación en el diseño industrial

Ajustar el espacio y el equipo de trabajo al operador es una de las tareas básicas de la ergonomía; por ello es necesario darle la importancia debida a las dimensiones físicas del cuerpo humano y trasladar esta información a las especificaciones del diseño en general, así como las de todas las aplicaciones en las que interviene el ser humano. Tomar medidas antropométricas como una mera curiosidad científica es bastante lujo en países que, como el nuestro, requieren investigación aplicada. Ésta sería una tarea fácil si las medidas antropométricas y las proporciones de toda la gente mostraran una regla general, lo cual no ocurre así (Kroemer, 1983).

Con la antropometría como base, la biomecánica, la fisiología, la psicología y la ingeniería sirven para mejorar las condiciones en que se encuentra el ser humano, su buen desempeño o *performance,* su seguridad e higiene, su salud y sus sistemas de trabajo, descanso y esparcimiento (Oborne, 1983).

La antropometría provee información sobre el cuerpo humano principalmente para tres tareas ergonómicas:

1) Establecer criterios para el diseño de componentes de sistemas técnicos (equipos, herramientas, etcétera), en los cuales el hombre es el primero en moverse, como es el caso del operador o el supervisor. Por ello se requiere de grandes muestras de población y de medidas antropométricas de sujetos de diferentes poblaciones,

así como los datos de su edad, su sexo y sus dimensiones corporales primarias, como son talla, peso, altura ocular, capacidades de alcance y fuerza muscular.

2) Ofrecer criterios antropométricos para la evaluación y prueba de prototipos o equipos existentes. Este trabajo requiere en esencia la misma información antropométrica, aunque los datos requeridos son más detallados o específicos, como las características de la mano o el rango de longitudes poplíteas de la población de usuarios para proporcionar un ajuste adecuado de la estatura del individuo sentado.

Ambas tareas requieren del diseño y uso de dispositivos especiales, como placas para el contorno de la figura humana, maniquíes articulados o modelos computarizados del cuerpo humano en relación con el espacio de trabajo, por ejemplo el TEMPUS, el SAMMIE o el COMBIMAN (Case, 1986; Evans, 1982; Badler, 1985).

3) Los requerimientos de los espacios de trabajo ocasionalmente necesitan la selección de operadores que se ajusten a las dimensiones del equipo. Esto puede significar una tarea muy especializada, como pequeños experimentos con máquinas a grandes profundidades, y quizá no sea un procedimiento ergonómico adecuado para utilizarse en la población general, puesto que uno de los axiomas primarios de la ergonomía es el adecuar el equipo al operador y no al revés (Oborne, 1983).

El número de mediciones que deben ser tomadas en cuenta depende de tres aspectos:

a) Quién necesita los datos;

b) Qué tan exactos deben ser los datos; y

c) Cómo trasladar los datos antropométricos de la condición estática a la condición dinámica.

## Selección de la muestra

La selección de la muestra de los sujetos a medir es un punto crítico, porque determina la validez de los datos y el costo del procedimiento en dinero y tiempo. Hace falta contar con ejemplos de muestras altamente seleccionadas, por ejemplo los sujetos que van al servicio

médico de los hospitales de salubridad y de los cuales nos interesan ciertas características, excluyendo a aquellos no interesados, a los que viven cerca de esas áreas o a los que tienen facilidad de contar con otro tipo de servicios médicos.

Por otro lado, si se está interesado en el peso de los trabajadores de los muelles, esas personas deben ser seleccionadas exactamente, excluyendo a los patrones u otros empleados para que la muestra sea representativa.

Lo mejor y más efectivo en la técnica del muestreo es la medición rutinaria de todos los individuos, como la que realiza el Colegio Militar, que mediante el examen de admisión selecciona a los sujetos y conserva los datos de quienes no ingresaron. Esto debería ser factible con toda la población en los centros a donde ésta acude rutinaria y masivamente, como los hospitales, oficinas de servicios de salubridad, escuelas, etcétera.

Si la población es "cautiva", la selección aleatoria de un archivo maestro podría ser lo ideal, como sucede con el censo nacional; esto sería tan seguro como el procedimiento antes mencionado, como un buen método expansivo.

Las técnicas de muestreo deben ser estratificadas por edad, sexo, estrato social y cultural, región y todos aquellos indicadores que sirvan para tener especificada a la población que se ha seleccionado.

Si el criterio de selección ha sido bien elegido, puede tenerse una serie de submuestras especializadas. Muchas combinaciones de estas técnicas son factibles, como medir una gran muestra con datos seleccionados y tomar medidas adicionales de cada tercer o décimo sujeto, por ejemplo.

Los extremos de la población deben ser tomados en cuenta, tanto el sujeto más pequeño como el más alto, asumiendo que los rangos medios deben acomodarse si los datos van a ser aplicados en el diseño de objetos poco usuales. Se debe realizar mediciones individuales, como las que hace un sastre, en casos muy especiales como los de los astronautas, los campeones de alguna especialidad o en el diseño de dispositivos que van a ser utilizados por una sola persona dedicada exclusivamente a ese trabajo.

# Indicaciones del uso de la técnica, criterios y selección

Esta técnica tiene una gran variedad de aplicaciones, desde el simple conocimiento de la variabilidad de la población, de interés para el antropólogo físico, hasta el diseño industrial, pasando por el crecimiento y desarrollo, la ingeniería industrial, la medicina del deporte, la ortopedia y la rehabilitación, la seguridad industrial, la nutrición, la pediatría, la arquitectura, el diseño ambiental y el del esparcimiento.

Las indicaciones van de acuerdo con las necesidades de quien las utiliza; por ejemplo, a un arquitecto le interesa tomar medidas antropométricas relacionadas con los espacios interiores y el mobiliario de las habitaciones. Sin embargo estas técnicas pueden tener las siguientes aplicaciones.

## Desarrollo de criterios y selección

*Usos generales y ejemplo.* Determinar características generales y específicas de la población de usuarios. Medición de sujetos de muestra, descripción estadística de tamaño, diseño de la selección de la población.

*Datos requeridos.* Dimensiones corporales mayores (estatura, peso, alcances, anchuras, diámetros, etcétera); datos socioeconómicos

como edad, sexo, ocupación, lugar de nacimiento, estado civil e ingresos económicos.

*Propósito.* Diseño real y evaluación de especificaciones dimensionales. Aceptación de individuos con ciertas características físicas. Toma de parámetros reales para ser utilizados con mayor eficacia en el diseño industrial y la arquitectura (en el diseño de espacios interiores).

## Requerimientos de diseño

*Usos generales y ejemplo.* Diseño y desarrollo de espacios de trabajo, como cabinas de avión, interiores de automóviles, sillas, consolas de mando, mesas, cabinetas, accesos de espacios para mantenimiento, escotillas y puertas, túneles y escaleras. Incluye algunos volúmenes de grosor diseñado para el trabajo, placer y recreación, higiene y seguridad, descanso, tratamiento hospitalario y educación (Link, 1990).

*Datos requeridos.* Límites de alcance, espacios libres entre el cuerpo (holguras) y tolerancia de ropas, fuerza, torques, centros de masa, momento de inercia, movilidad, volúmenes, localización ocular, agudeza visual.

*Propósito.* Asegurar que el operador u ocupante de un vehículo o espacio tenga un volumen o área adecuados, y una localización apropiada de los controles, pantallas, dispositivos y herramientas. Optimizar la eficiencia en el trabajo y la seguridad.

## Diseño y desarrollo de ropa y equipo personal

*Usos generales y ejemplos.* Diseño y desarrollo de ropa y equipo personal para lugares con presión o frío, prendas de vestir contra el calor o para lugares donde se manejan combustibles. Arneses, paquetes

de control de temperatura y de sobrevivencia. Énfasis en "ingeniería" de ropa e implementos de higiene y seguridad.

*Datos requeridos.* Circunferencias, longitudes superficiales del cuerpo, contornos, áreas, volúmenes, diámetros, movimientos de los miembros y sus restricciones.

*Propósito.* Garantizar el uso apropiado del equipo, minimizar las restricciones de movimiento, definir rangos de tallas y número requerido de cada usuario para prevenir accidentes. Garantizar una interfase adecuada con el espacio de trabajo.

## Componentes y dispositivos

*Usos generales y ejemplo.* Componentes y dispositivos: apagadores eléctricos, palancas, botones, perillas, etcétera. Agarres de mano, manivelas, volantes, controles de palanca, pequeñas aplicaciones, instrumentos.

*Datos requeridos.* Detalles de las partes del cuerpo en contacto con el producto: dedos, manos, contornos de la cara, pie y forma del zapato, etcétera (Schoone, 1990).

*Propósito.* Asegurar una interfase apropiada con la mano, pies, cabeza, y otras partes del cuerpo, para realzar la operatividad, seguridad, conveniencia y confort. Optimizar los productos y reducir costos de trabajo, mediante una relación adecuada con los objetos que requieren ser tomados con las manos, como máscaras y lentes de protección.

## Criterios de evaluación y pruebas

*Usos generales y ejemplos.* Especificar las bases para determinar si el diseño, producto o espacio de trabajo es adecuado a los propósitos

del usuario. Realizar mediciones comparativas y pruebas de operatividad (Irvine, 1990).

*Datos requeridos.* Los necesarios para cada caso.

*Propósito.* Evaluar el diseño para determinar si tiene metas específicas o desarrollar los límites para el trabajo que el diseño requiere.

## Medición de sujetos de muestra

*Usos generales y ejemplos.* Medición de sujetos de muestra, selección de personas representativas de entre los usuarios y descripción de la población; elaboración de tablas, dibujos, gráficas, bases de datos por computadora. Evaluación del diseño de dispositivos: preparar alcances, placas de contornos, maniquíes articulados con las medidas en escala 1:1, modelos computarizados y modelos matemáticos. Realización de pruebas y medidas sobre el producto, el espacio de trabajo, la ropa de trabajo y sobre el usuario (Steenbekkers, 1990).

## Selección de operarios

*Usos generales y ejemplos.* Determinar las dimensiones específicas del operador, preparar la lista de las medidas que podrían ser consideradas y los límites para su aceptación en espacios críticos o ropa de trabajo.

*Datos requeridos.* Los que se requieran para cada caso; usualmente son la estatura, el peso, la estatura con el individuo sentado y pruebas de fuerza (Zhu, 1990).

*Propósito.* Asegurar que el personal está en el rango apropiado dentro de los límites de diseño del equipo.

## Mediciones de personal

*Usos generales y ejemplo.* Mediciones de personal, inicio y entrenamiento en programas de selección.

*Propósitos.* Asegurar métodos correctos en la seguridad e higiene en el trabajo que se va a desempeñar (modificado de Oborne, 1983).

# Instrumental antropométrico necesario

En términos generales, el equipo necesario para antropometría es importado, salvo algunos casos en que se fabrica en México. El equipo básico es el que a continuación se describe:

## GPM instrumentos antropológicos, Siber Hegner Maschinen AG

La dirección del fabricante es Wiesenstrasse 8, CH-8022 Zurich, Suiza; su proveedor en México es Casa Plarre, S. A. de C. V., en Avenida Cuauhtémoc 220, 06720 México, D. F., teléfono 578-0200.

1) Cinta de medición de acero, con longitud de 0 a 2 000 mm y peso de 35 g.
2) Cinta de medición plástica, con longitud de 0 a 2 000 mm y peso de 25 g.
3) Equipo de instrumentos antropométricos menores:
    a) Compás de ramas rectas deslizante.
    b) Compás de ramas curvas.
    c) Lápiz dermográfico rojo.
    d) Cinta de medición.

El peso total del equipo es de 1 000 g.

4) Maletín de equipo antropométrico mayor, que contiene lo anotado en el inciso 3, más:
   a) Antropómetro de 4 ramas, con peso de 1 450 g y longitud de 0 a 2 100 mm; cada rama mide 525 mm.
   b) Accesorio de ramas rectas.
   c) Accesorio de ramas curvas.

   El peso total del equipo es de 3 750 g.
5) Calibrador de ramas rectas deslizante (tipo Poech), para determinar las medidas proyectadas absolutas, con un rango de 0 a 250 o de 0 a 140 mm y un peso de 300 g.
6) Calibrador de pliegues cutáneos, manufacturado en Gran Bretaña, para medir los grados de grasa. Rango medio de 0 a 45 mm y peso de 2 700 g.
7) Calibrador de pliegues cutáneos, fabricado en los Estados Unidos, con un rango de medición de 0 a 60 mm y un peso de 1 100 g.
8) Goniómetro tipo Mollison, con un rango de 0 a 180° y un peso de 130 g.

## J. A. Preston Corporation

Su dirección es 71 Fifth Avenue, New York, N. Y. 10005, USA. Produce los siguientes equipos:

1) Simetígrafo de evaluación de posturas.
2) Skan-A-Graf de evaluación postural.
3) Calibrador indicador compacto.
4) Goniómetro para dedos.
5) Goniómetro para aplicaciones generales específicas.
6) Medidor de ángulos de movimiento de cabeza.

## Equipo desarrollado en nuestro país

En el Laboratorio de Factores Humanos de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-Xochimilco se han desarrollado



*Equipo antropométrico desarrollado en México por profesores de diseño industrial de la UAM-Xochimilco.*

equipos para estos fines, entre los que destacan los siguientes:

1) Antropómetro tipo JFP de tres ramas con sus implementos de ramas rectas y curvas.
2) Infantómetro para niños desde recién nacidos hasta cinco años y medio de edad, que consta de dos ramas e implementos para la toma de medidas en sujetos de estas edades. Este equipo consta de dos ramas, una de 700 mm y una de 500 mm cada uno con diferentes implementos apropiados para el niño.

Este equipo fue diseñado y desarrollado por el técnico académico Juvenal Flores Pérez, junto con el autor del presente libro; dicho equipo está patentado por la UAM y se aplica en proyectos de investigación por su costo y su precisión; en el caso del segundo, su aplicación se ha hecho en el estudio *Valoración nutricional del recién nacido*, dirigido por la profesora Ana Orozco, de la carrera de enfermería de la División de CBS, en el Hospital de Zona "Los Venados" del IMSS.

# Forma de llevar a cabo la técnica

Es necesario que se consideren los siguientes parámetros para realizar la toma de datos antropométricos:

*1) Selección de la muestra, que se divide en:*

a) Población general, especificando sexo, edad, ingresos económicos, lugar de origen, lugar de residencia, grado de estudios, empleo actual, estado civil, fecha de nacimiento, lugar de trabajo, etcétera.

b) Población especial, especificando lactantes, preescolares, escolares, senectos, deportistas, minusválidos, enfermos de diferentes patologías y grupos de trabajadores especializados, como marineros, militares, pilotos, etcétera.

*2) Número de la muestra.* Ésta debe ser lo suficientemente amplia como para permitir un tratamiento estadístico adecuado, y lo suficientemente representativa de acuerdo con las necesidades; en algunos casos puede ser útil tomar pocos datos en el diseño de equipo específico para usuarios especiales, por ejemplo, sillas de ruedas, pasamanos, prótesis especiales, instrumentos odontológicos, etcétera.

*3) Preparación de la cédula antropométrica.* Existe una gran cantidad de medidas antropométricas que se utilizan en la antropología física,

y es necesario mencionar que en ergonomía las medidas varían, aunque no los puntos anatómicos de referencia. En la antropología física las medidas se toman con el sujeto desnudo; en ergonomía, la mayoría de las veces, se toman con el sujeto vestido con su ropa normal o su ropa de trabajo.

El investigador puede tener la necesidad o la creatividad suficiente para hacer mediciones especiales, como puede ser la longitud mentón-opistocráneo para diseñar ciertas máscaras de seguridad, por ejemplo. Todas las medidas deben ser hechas en milímetros.

*4) El lugar donde se toman las medidas.* Debe ser un lugar adecuado y propio para la antropometría; confortable y, si es necesario, con clima artificial cuando las medidas se tomen con el sujeto semidesnudo.

*5) El equipo de trabajo.* Para medir a un sujeto, el equipo de trabajo debe estar compuesto por, cuando menos, dos investigadores, que son el antropometrista y su asistente.

El antropometrista es una persona preparada y entrenada; es el que toma las medidas, teniendo presente el respeto al sujeto que está midiendo, y sus conocimientos deben ser lo suficientemente amplios para que la medición sea rápida y sin problemas.

El asistente o anotador debe también ser una persona entrenada y estar pendiente de que los procedimientos de esta técnica se lleven a cabo en forma adecuada; asimismo asistirá al antropometrista cuando cometa alguna falla, con un comentario como "corrija esa medida", y se asegurará de que las medidas sean anotadas en milímetros. En el caso en el que el sujeto sea una mujer, es preferible que el investigador, o el asistente y anotador, sea también del mismo sexo. Los investigadores deben utilizar bata blanca.

*6) Sujetos de medición.* Normalmente y por costumbre debe medirse un sujeto por cada equipo de investigación y se pueden medir tantos sujetos como equipos se tengan. La duración de una

serie de medidas debe ser de veinte minutos con un entrenamiento adecuado. Otros investigadores han propuesto que para cada grupo de medidas (anchuras, longitudes, alturas o circunferencias) se formen equipos, para poder dar una continuidad al trabajo y una mayor captación de sujetos; pero en lo personal sostengo que comparativamente se lleva el mismo tiempo, además de que la adición de errores en cada grupo de medidas afecta el tratamiento estadístico por error técnico y de paralaje.

*7) Técnica antropométrica.* La técnica antropométrica no puede ser establecida en forma estática, ya que el hombre es un ser dinámico; es imposible o muy difícil adaptar las medidas de la antropometría estática o estructural a las muy distintas aplicaciones que los FH/E tienen por realizar, que abarcan desde la forma de un tornillo hasta el análisis de los vehículos espaciales u otros ambientes extremosos para el hombre.

Como lo señala Comas:

> "La antropometría en general, no tiene ni puede tener modos únicos y uniformes de trabajo. Si las medidas del cuerpo humano van a utilizarse con fines industriales, artísticos, militares, médicos, educativos, criminológicos y de identificación, eugenésicos, de pura investigación científica, etcétera, es evidente que en cada uno de estos casos, la amplitud y modalidad de las técnicas de trabajo serán distintas, aunque en cada uno de ellos es recomendable la mayor uniformidad cuando se trata de comparar resultados, y ello exige, en consecuencia, la debida exactitud en definiciones, etcétera" (Comas, 1983).

En el año de 1968, en la "Conferencia sobre estandarización de las técnicas antropométricas y terminología", en la que representó a México la maestra Johanna Faulhaber de la UNAM, se definieron algunos nuevos conceptos y medidas, así como los problemas que ya señalaba Comas, sobre la unificación y la aceptación de diferentes técnicas y medidas de acuerdo con su aplicación y finalidades.

## Acuerdos de la "Conferencia sobre estandarización de las técnicas antropométricas y terminología"

Para nosotros dicha reunión fue básica porque, siendo una convención internacional, ofrece un marco de referencia y sustentación de la práctica de la antropometría que, como en este caso, se aplica al diseño industrial.

Esta reunión se realizó para uniformar la toma de medidas, ya que los antropólogos no traducen los datos a su aplicación y estos datos no son comparables con los tomados de otros grupos; la reunión también se debió a las fallas de algunos autores que definen el modo como "ellos" tomaron los datos; a la creencia de que las técnicas no necesitan descripción o sólo una descripción hecha brevemente; a la tendencia de tomar —por razones económicas— pocas medidas en grandes grupos de población y restringir los esfuerzos sólo a algunas partes del cuerpo, como las dimensiones de la mano, cabeza o pies, lo que produce una muestra flotante por la negligencia de no medir indicadores generales como la estatura, el peso y la estatura del individuo sentado, que ubican a la muestra en un *continuus* de la población y hacen posible la comparación de las proporciones corporales.

Asimismo se consideraron los términos de *estático* y *dinámico*, quedando los de *antropometría estructural*, para las medidas clásicas de los antropólogos físicos, y *antropometría funcional*, para las medidas realizadas por el ergónomo y sus aplicaciones (Hertzberg, 1968).

El problema de la estandarización es múltiple y se encuentra alrededor del investigador que toma las medidas y del que las aplica. Dentro de este problema se encuentran a nivel técnico:

1) el antropometrista;
2) el sujeto a ser medido, y
3) la terminología del antropometrista.

Lo anterior tiene una relación estrecha con los siguientes puntos:

a) la elección del instrumento;
b) el manejo de ese instrumento;
c) la posición del sujeto;

d) el lugar donde se mide al sujeto, y

e) el nombre que debe darse a cada medida, que tenga una estructura lógica compatible con la terminología empleada.

En la conferencia mencionada se decidió agrupar las medidas generales en tres grupos:

a) Un grupo de 10 de una lista mínima, para una descripción biológica.

b) Un grupo de 15 para el lugar de trabajo (ingeniería).

c) Un grupo de 100, y de preferencia mayor, para el estudio de todo el cuerpo.

La mayoría de los asistentes a dicha conferencia consideró necesario un total aproximado de 180 medidas, en la presentación de los investigadores de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. El peso, la estatura y la estatura sentado fueron incluidos en los tres grupos.

En relación a la descripción biológica de los sujetos, se consideró necesario incluir las medidas siguientes:

1) Estatura.
2) Peso.
3) Estatura sentado.
4) Altura acromial.
5) Altura de cintura.
6) Altura del pliegue glúteo.
7) Altura dactilión.
8) Circunferencia del tórax.
9) Circunferencia de cadera.
10) Otras medidas (manos, pies, cabeza).
11) Fotografía de somatotipos.
12) Diámetros óseos (Behnke).

A las anteriores medidas se agregaron 19 más, dando un total de 29 sobre una lista mínima:

13) Altura radial.
14) Altura estilión.
15) Altura trocanterión.
16) Anchura de codo (ósea).
17) Anchura de muñeca (ósea).

18) Anchura bimaleolar.
19) Longitud nalga-rodilla.
20) Anchura biacromial.
21) Anchura de tórax.
22) Anchura biiliaca.
23) Profundidad del tórax.
24) Anchura de mano a metacarpo.
25) Longitud del pie.
26) Anchura del pie.
27) Longitud de cabeza (A-P).
28) Pliegue cutáneo del triceps.
29) Pliegue cutáneo subescapular.

En esta reunión, R. Burse propuso además la siguiente lista como necesaria:

1) Estatura.
2) Peso.
3) Estatura sentado.
4) Altura acromial.
5) Altura dactilión.
6) Altura del pliegue glúteo.
7) Anchura biacromial.
8) Anchura del tórax.
9) Profundidad del tórax.
10) Circunferencia del tórax.

Además de lo anterior, señaló como información necesaria para el diseño de asientos y de lugares de trabajo las medidas que a continuación se enlistan:

1) Pliegue cutáneo del triceps.
2) Anchura bideltoidea.
3) Longitud nalga-rodilla.
4) Alcance frontal al dedo pulgar.

## Acuerdos sobre la terminología

En relación con la *terminología*, también tema de discusión y sanción, se propusieron los siguientes criterios:

*Precisión.* En relación con el nombre de las medidas, la postura del sujeto, el tipo de instrumento de medición, la técnica de medición y la zona del cuerpo medido.

*Claridad.* Debe evitarse la ambigüedad en el lenguaje, que debe ser claro y preciso.

*Simplicidad.* El lenguaje debe ser simple para que cualquier investigador que utilice los resultados pueda comprender su aplicación, sin tecnicismos.

*Brevedad.* La descripción debe ser breve y precisa; cada título debe ser completo y gramaticalmente correcto y definir claramente el objeto.

*Orden.* Las palabras clave deben ordenarse para lograr una estructura lógica.

También nos apegamos a la terminología que se recomienda de acuerdo con las convenciones internacionales, entre la que destacan los siguientes conceptos:

a) Las alturas o estaturas son las distancias verticales.
b) Las anchuras son las medidas horizontales, laterales o transversas.
c) Las profundidades son las medidas horizontales, anteroposteriores o sagitales.
d) Las longitudes son las medidas a lo largo del eje de los segmentos corporales y no implican dirección.
e) Los alcances son las medidas a lo largo del eje de los brazos, tomadas desde la pared al punto de interés.
f) Las circunferencias son las medidas en un plano alrededor de segmentos o áreas del cuerpo, para lo cual se utilizó una cinta flexible.
g) Las curvaturas son las medidas que se toman en un punto de las prominencias del cuerpo, como las orejas y la prominencia de la nariz.

## Modelo general para la presentación de los datos

La forma en que se deben realizar las mediciones y la forma de presentación de los resultados, que más adelante se verán, siguen las mismas recomendaciones. El modelo general es el siguiente:

1) Definiciones y títulos.
   a) Nombre.
   b) Qué es.
   c) Esquema con los siguientes datos:
      - Postura del sujeto.
      - Plano corporal, medio, sagital, coronal, horizontal o lateral izquierdo o derecho.
      - De ________________ a ________________.
      - Instrumento aplicado.
2) El objeto y tipo de términos en orden en el título.
   a) Se usan tres tipos de términos descriptivos:
      - Orientador (indica la dirección de la medida).
      - Localizador (indica el punto del cuerpo).
      - Posicionador (indica la posición del cuerpo requerida).
   b) Normalmente el localizador aparece al principio del título y el orientador al final, por ejemplo *altura ocular.*
   c) Cuando la posición y cambios del cuerpo sigue a otras, por ejemplo *estatura de visión sentado.*
   d) El cambio de posición, o la posición de las medidas en una sola posición, deben estar agrupados en una misma lista.
   e) Las medidas deben ser superficiales sin presionar, excepto en algunos casos como la anchura del codo.
   f) El mismo uso puede servir para distinguir a una medida, variaciones en la localización, por ejemplo *altura de cintura-onfalión* (Hertzberg, 1968).

## Forma de realizar las mediciones

Anteriormente ya se había mencionado que en FH/E las mediciones del sujeto se hacen con su ropa de vestir, con la de trabajo o con el

mínimo de ropa, de acuerdo a las necesidades para las cuales se requieran dichas mediciones. En el caso de las medidas que realizan los antropólogos físicos, el sujeto debe estar desnudo o al menos con un mínimo de ropa, pero esta práctica corresponde a la antropometría estática o clásica que practican tales especialistas.

Para la práctica de la ergonomía, que se rige por la necesidad de las medidas y su aplicación, el sujeto debe estar con ropa cómoda o con la ropa que use en su trabajo diario. Las mediciones se hacen con el sujeto de pie, sentado o en el piso, ya sea de cuclillas, acostado o en posición encorvada.

### Mediciones con el sujeto de pie

El sujeto estará de pie en posición anatómica de firmes, con los talones juntos, los brazos pegados con las palmas de las manos hacia los lados del cuerpo, con la mirada al frente y la cabeza en el plano de Frankfort.

### Mediciones con el sujeto sentado

El sujeto estará sentado en la mesa antropométrica o en cualquier otra mesa, con la base del asiento plano y con la vista al frente en el plano de Frankfort; las extremidades inferiores deben estar formando un ángulo de 90° con las rodillas, los brazos en posición normal y el sujeto descansado en una posición normal, similar a la de su vida diaria. Esto asegura que las medidas dinámicas estén de acuerdo con la posición que el sujeto adopta en su trabajo.

### Puntos antropométricos

Los puntos antropométricos deben memorizarse y ser manejados adecuadamente; los que aquí se mencionan son sólo una referencia de los puntos anatómicos y óseos heredados de la antropometría clásica, aunque todos ellos tienen una aplicación concreta para nuestros fines (Comas, 1976).

Las manos y, sobre todo, los dedos del antropometrista deben estar en contacto con el punto antropométrico, así como con el instrumento de medición, sin importar si se trata de medir anchuras, alturas, diámetros o circunferencias. Esto significa que las manos deben ser lo suficientemente hábiles para manejar el instrumento y al mismo tiempo localizar el punto de referencia antropométrico (véanse los esquemas 1, 2 y 3).

Todas las medidas deben ser hechas secuencialmente y de acuerdo con una cédula antropométrica, para así obtener los datos en una forma ordenada, evitar que se canse el sujeto y poder usar adecuadamente cada instrumento sin tener que desmontarlo a cada momento (ver cédula muestra).

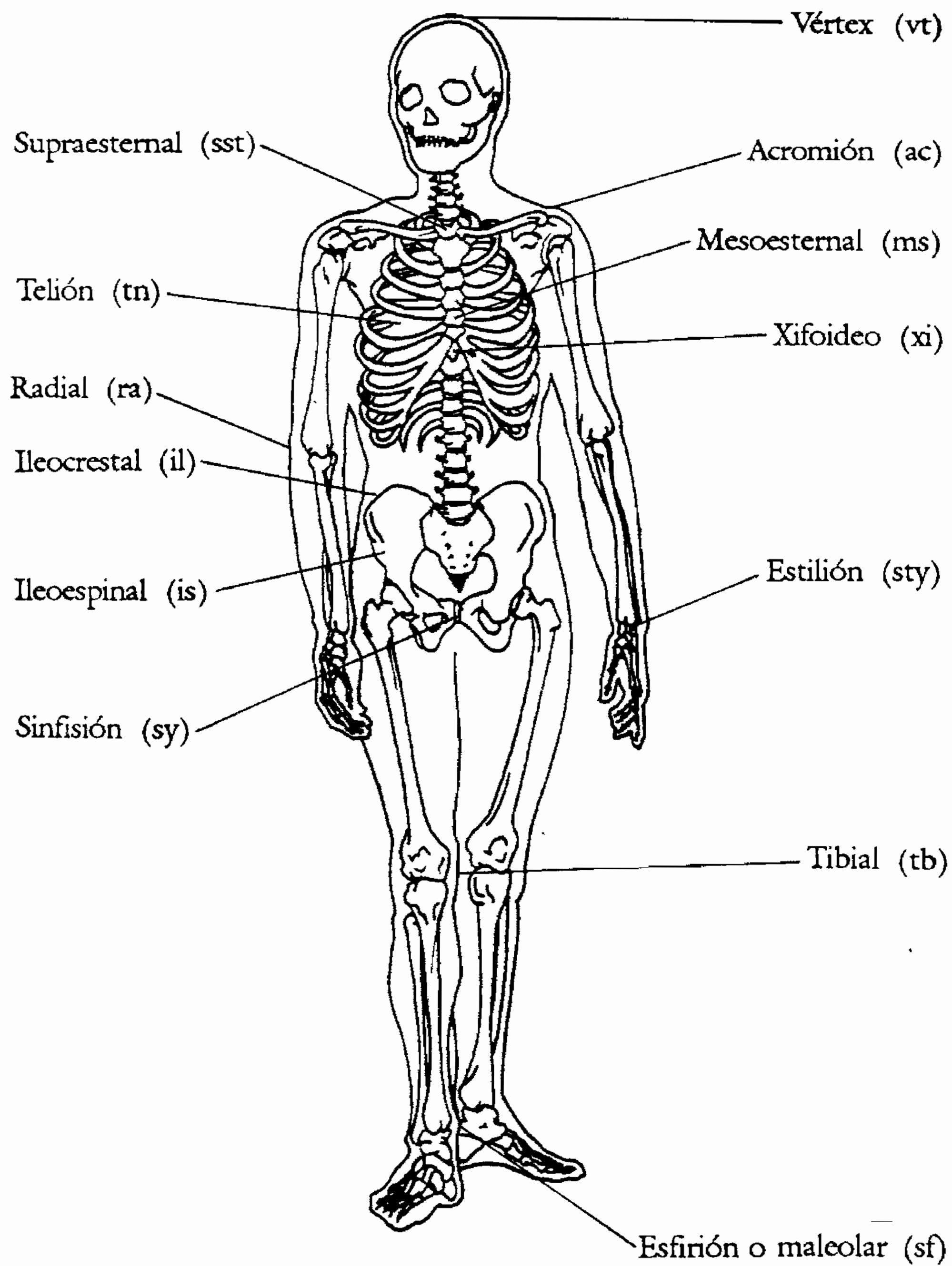
Las medidas con el sujeto de pie deben tomarse en orden y terminarse sin cambiar de posición, antes de que el sujeto se canse o no quiera seguir cooperando, pues si nos olvidamos de tomar una medida habrá que pedirle nuevamente que se ponga en esta posición; las medidas que se toman en estas condiciones incluyen estatura, alturas, anchuras, alcances, circunferencias y longitudes.

Con el sujeto sentado deben tomarse todas las que se requieren en esa posición, incluyendo todas las de la cabeza, las manos y algunos diámetros y circunferencias.

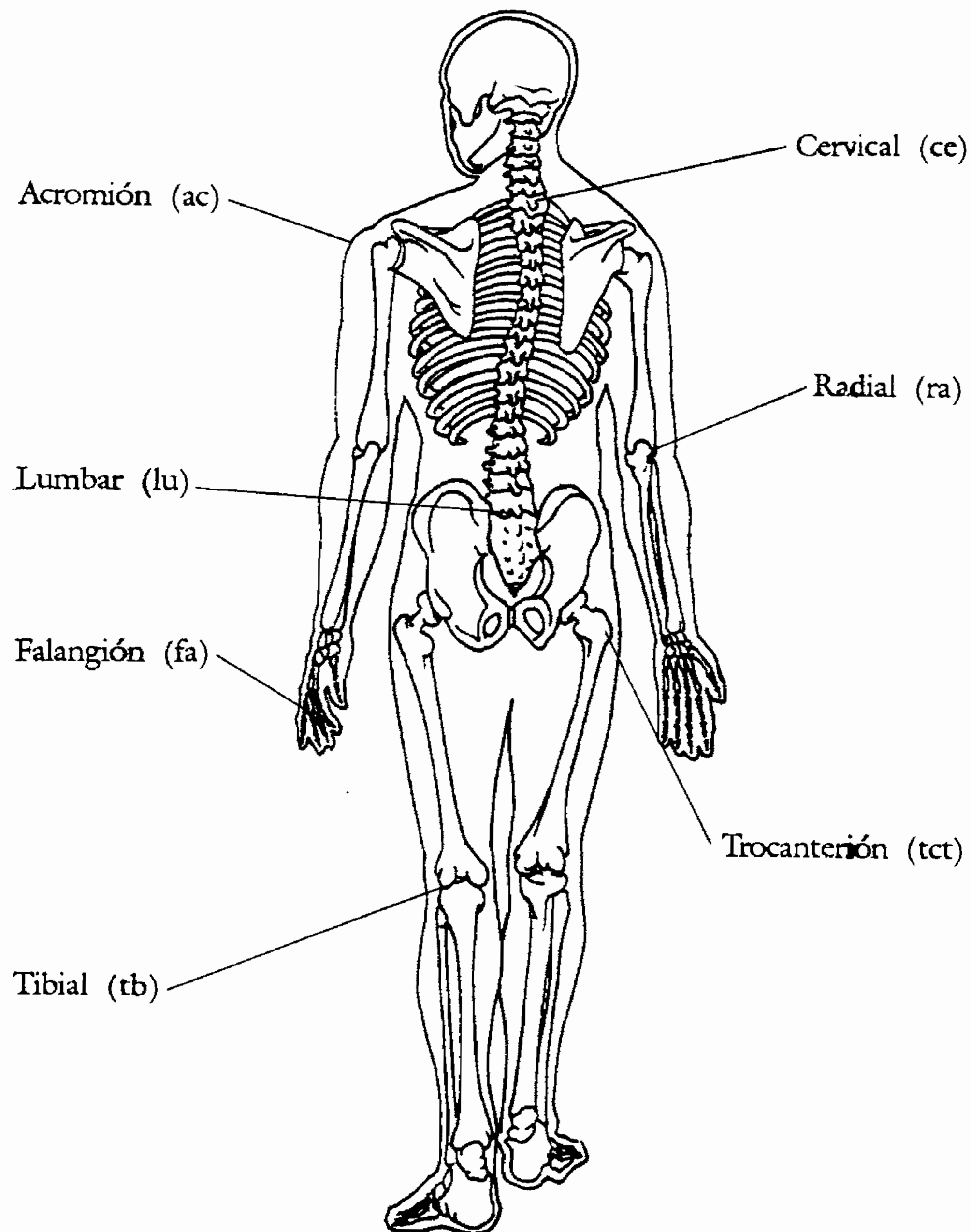
Cabe señalar que las mediciones estructurales (estáticas) se toman del lado izquierdo, ya que la mayoría de la población es diestra y utiliza más la parte derecha de su cuerpo, por lo que sus medidas varían respecto a las de la parte izquierda; por el contrario, las medidas funcionales (dinámicas) se toman del lado derecho porque es el lado más activo y que más trabajo realiza. Con los sujetos zurdos es a la inversa.

Al utilizar el antropómetro debe cuidarse que esté paralelo a los puntos que se van a medir, sin presionar: completamente vertical para medir alturas o totalmente horizontal para medir anchuras; la vista debe estar cerca de la escala para evitar el error de paralaje, que se presenta cuando la vista cambia de ángulo respecto de la escala o cuando se mueven los instrumentos de su posición inicial. Esto causa errores de lectura que repercuten en el tratamiento estadístico posterior.

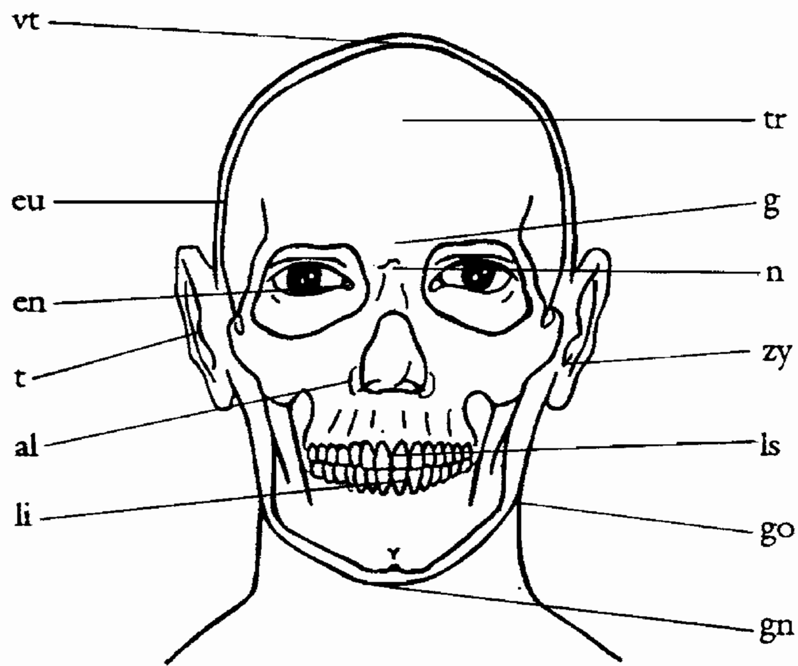
*Puntos antropométricos de referencia*
*(anterior)*



## *Puntos antropométricos de referencia (posterior)*

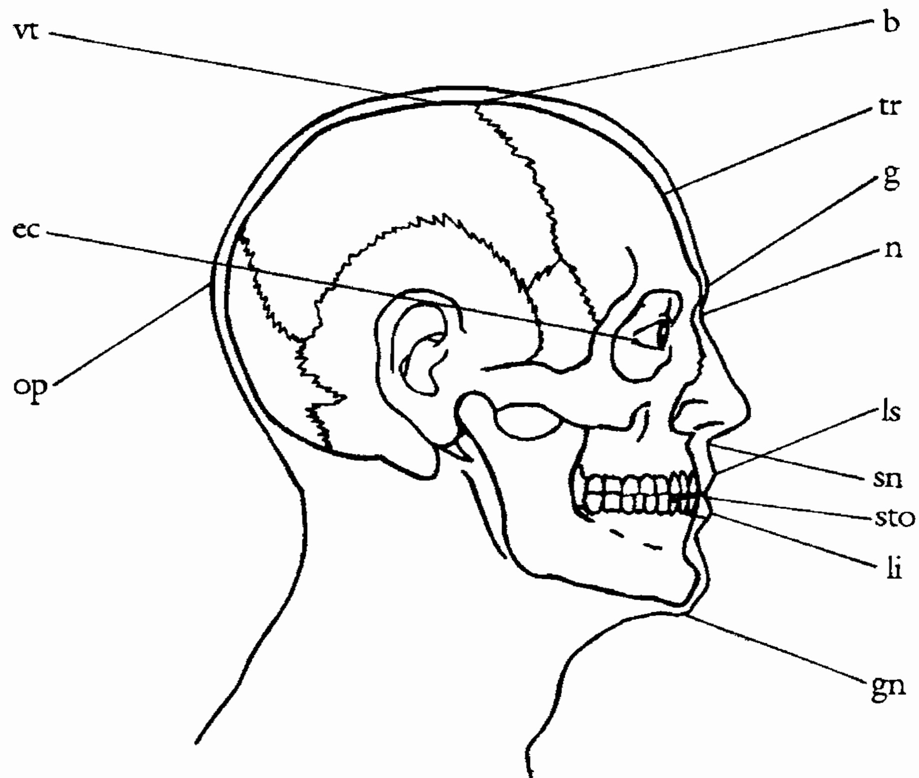


## *Puntos antropométricos de referencia (craneales)*




| | | | |
|---|---|---|---|
| tr | Triquión | zy | Zygión |
| vt | Vértex | al | Alar |
| eu | Eurión | ls | Labial superior |
| en | Endocantión | li | Labial inferior |
| g | Glabela | go | Gonión |
| n | Nasión | gn | Gnatión |
| t | Tragión | | |

## *Puntos antropométricos de referencia (craneales)*




| | |
|---|---|
| tr ............. Triquión | t ............... Tragión |
| vt............. Vértex | op............. Opistocráneo |
| ec ............. Ectocantión | sn ............. Subnasal |
| b............... Bregma | ls .............. Labial superior |
| g............... Glabela | li............... Labial inferior |
| n............... Nasión | sto. ........... Stomión |
| | gn............. Gnatión |

(Montagu, 1960).

## Descripción de las principales medidas

Antes de tomar medidas antropométricas hay que decidir si serán estáticas o dinámicas, considerando que los puntos de referencia deberán sujetarse a los convenios internacionales al respecto y, sobre todo, que las condiciones materiales y ambientales de investigación son muy diferentes si los datos se recopilan en el campo o en el laboratorio (Gonzalo, 1975). A continuación se enlistan las principales medidas y su descripción:

*Estatura parado.* Es la distancia vertical del piso al punto más alto de la cabeza (vértex), con la vista al frente (figura 1).

*Peso.* Debe tomarse en una báscula clínica con una alta precisión.

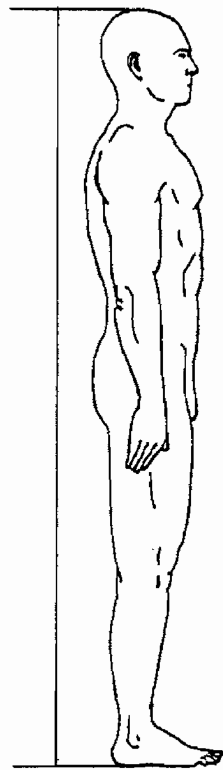
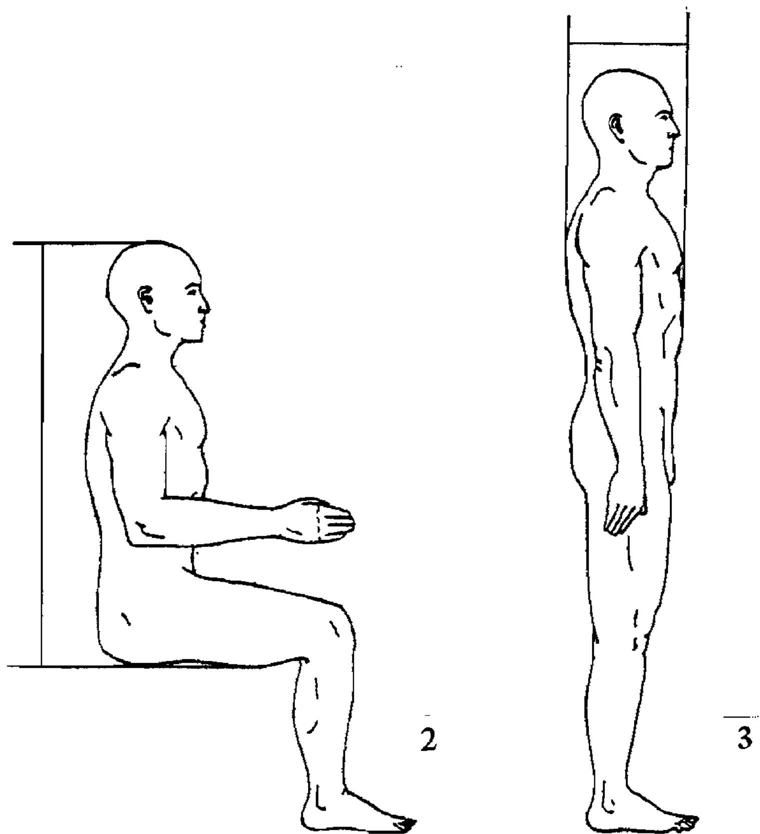


*Figura 1.*

*Estatura sentado.* Es la distancia vertical de la superficie del asiento al tope de la cabeza (vértex) (figura 2).

*Profundidad máxima del cuerpo parado.* (Se puede usar una fotografía lateral). Se mide la distancia máxima entre las líneas verticales tangentes a los puntos más anteriores y más posteriores sobre el tronco. Los puntos anteriores están sobre el tórax o el abdomen y los puntos posteriores están situados a nivel del hombro. El sujeto está en posición erguida con los brazos hacia los lados (figura 3).

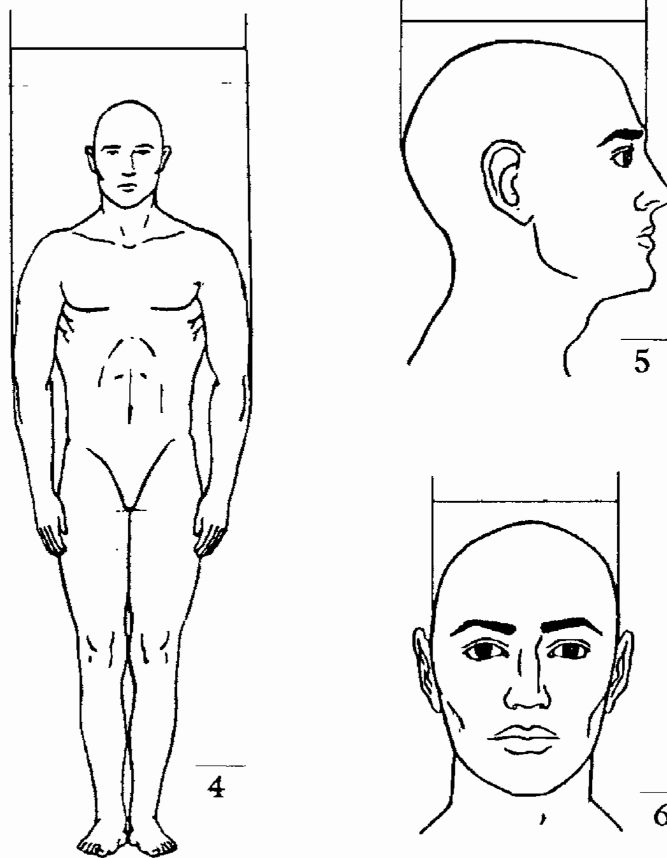



*Figuras 2 y 3.*

*Anchura máxima del cuerpo (de pie).* Es la medida de la máxima anchura del cuerpo, incluyendo los brazos, con el sujeto de pie en posición firmes con los brazos relajados hacia los lados (figura 4).

*Longitud de la cabeza (sentado).* Se toma del punto mas anterior sobre la cabeza en el entrecejo (glabela), y el punto posterior de la cabeza mas sobresaliente, en el plano medio sagital (opistocráneo) (figura 5).

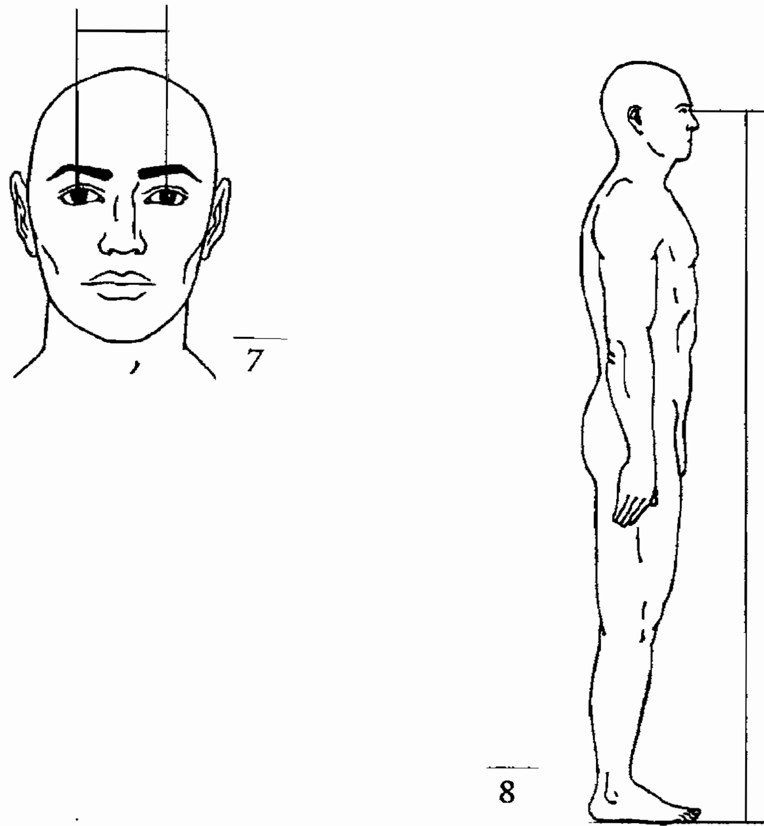
*Anchura de la cabeza (sentado).* Es la medida máxima horizontal de la cabeza sobre las orejas (eurión), esta localización es altamente variable (figura 6).




*Figuras 4, 5 y 6.*

*Distancia interpupilar (sentado).* Con el sujeto sentado y con la vista al frente, erguido, es una medida proyectada y es la distancia entre ambas pupilas (figura 7).

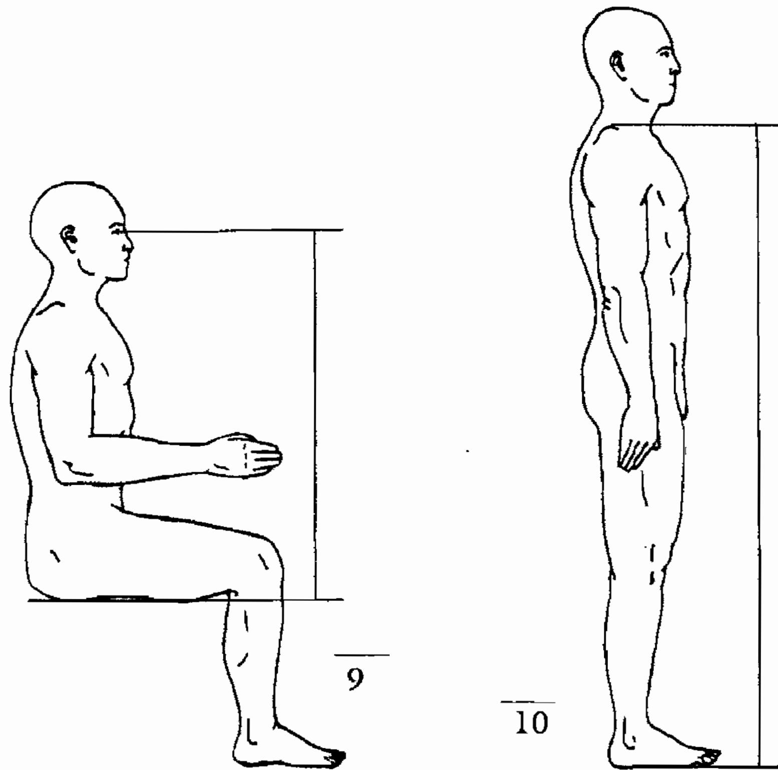
*Altura ocular (parado).* Es la distancia vertical del piso al pliegue ocular interno, con el sujeto de pie y con la vista al frente (figura 8).




*Figuras 7 y 8.*

*Altura del ojo o pupilar (sentado).* Es la distancia vertical de la superficie del asiento al pliegue ocular interno o a la pupila. El sujeto sentado erguido y con la vista al frente (figura 9).

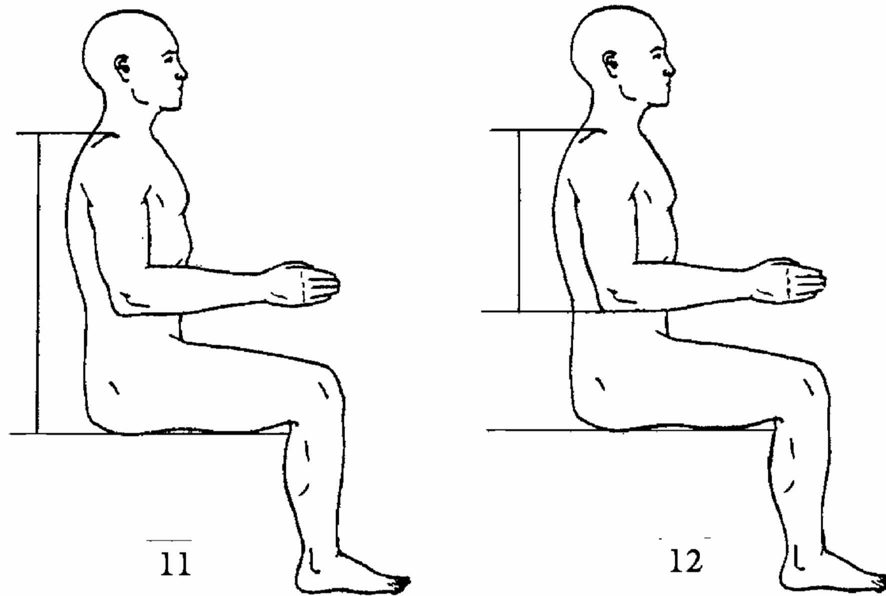
*Altura al hombro (parado).* Es la distancia vertical del piso al punto más superior sobre la parte lateral del hombro (acromión), con el sujeto erguido en posición de firmes (figura 10).




*Figuras 9 y 10.*

*Altura al hombro (sentado).* Es la distancia vertical de la superficie del asiento al punto más lateral del hombro (acromión), con el sujeto sentado y erguido (figura 11).

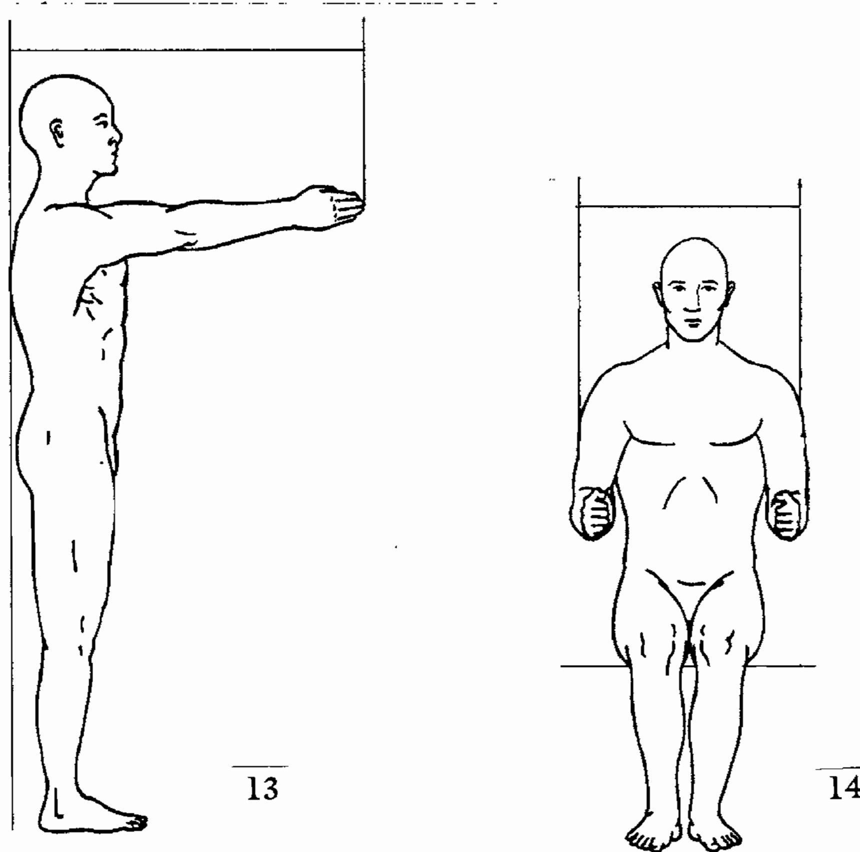
*Longitud hombro-codo (sentado).* Es la distancia vertical del punto lateral superior del hombro al punto inferior del codo con el brazo doblado a 90°. Se puede agregar otra medida entre el punto más alto del hombro y la nuca (figura 12).




*Figuras 11 y 12.*

*Alcance frontal del brazo (parado).* Es la distancia horizontal de la superficie posterior del hombro derecho hasta el tope del dedo medio, con el sujeto de pie, recargando ligeramente la espalda en la pared, el brazo y la mano derecha extendido al frente a su máxima extensión. Esta misma posición puede usarse para medir la distancia de alcance de agarre con la mano derecha doblada (figura 13).

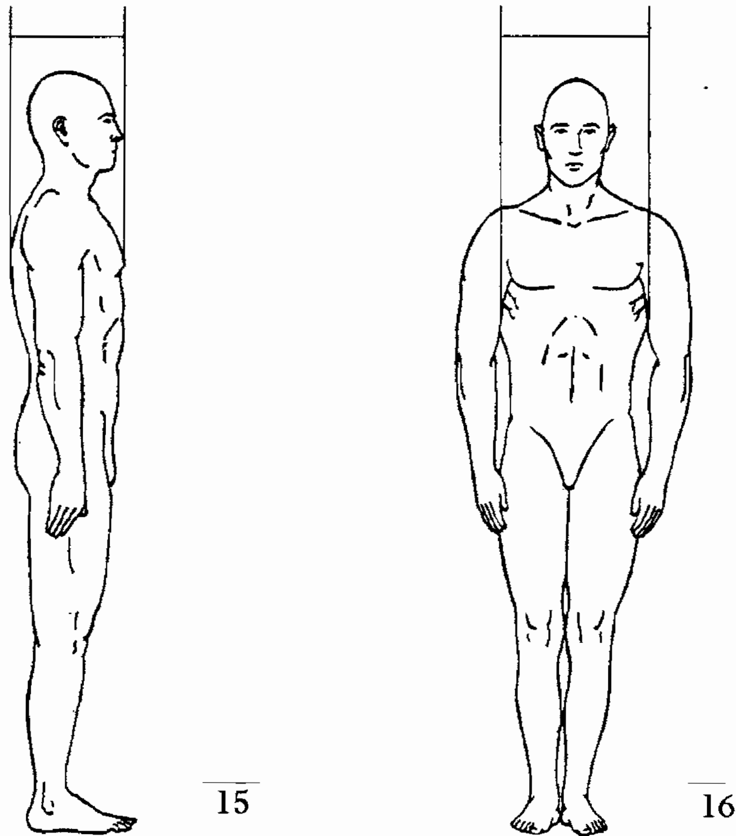
*Anchura de hombros (sentado).* Esta medida es la distancia máxima horizontal sobre el músculo deltoideo (la parte más voluminosa externa de los hombros). El sujeto sentado erguido con los brazos tocando la parte lateral del tronco y sus antebrazos doblados frontalmente a 90° (figura 14).




*Figuras 13 y 14.*

*Profundidad del tórax (parado).* Es la distancia horizontal de la parte anterior a la posterior del tórax a nivel del pezón (en las mujeres a nivel del cuarto espacio intercostal sobre el esternón a la parte posterior sobre la línea media o columna vertebral). El sujeto debe estar de pie y respirar normalmente. Una variación es con inspiración y expiración máxima y mínima (figura 15).

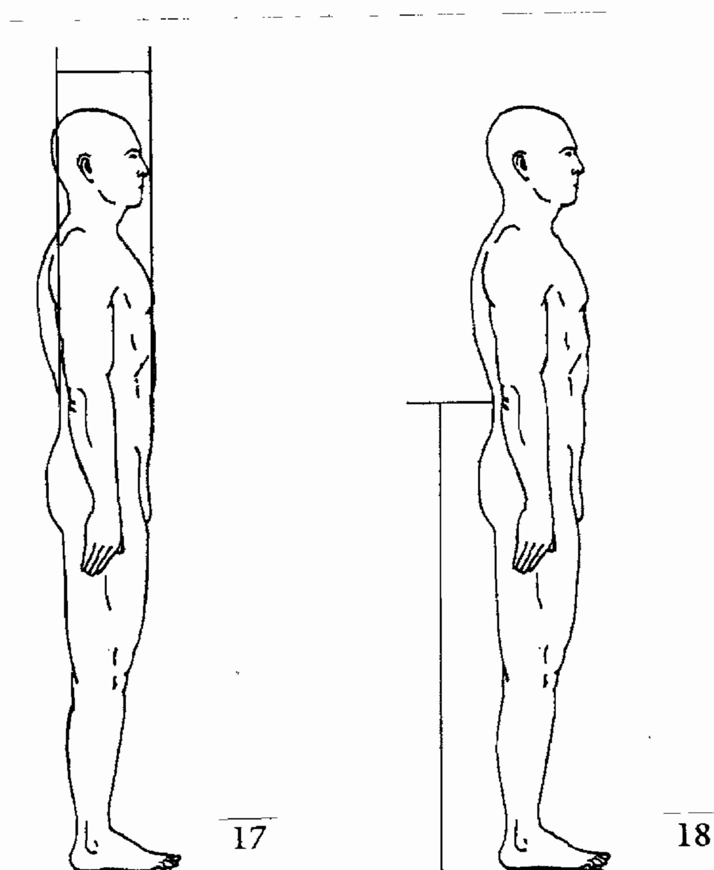
*Anchura del tórax (parado).* Es la distancia lateral horizontal cruzando el tórax a nivel del pezón (en las mujeres, a nivel del cuarto espacio intercostal sobre el esternón). El sujeto de pie, respirando normalmente con los brazos a los lados en forma natural (figura 16).




*Figuras 15 y 16.*

*Profundidad de la cintura (parado).* Es la distancia horizontal entre la espalda y el abdomen a nivel de la mayor imantación lateral de la cintura (si esto no es aparente véase a nivel del cinturón) con el sujeto de pie y con el abdomen relajado (figura 17).

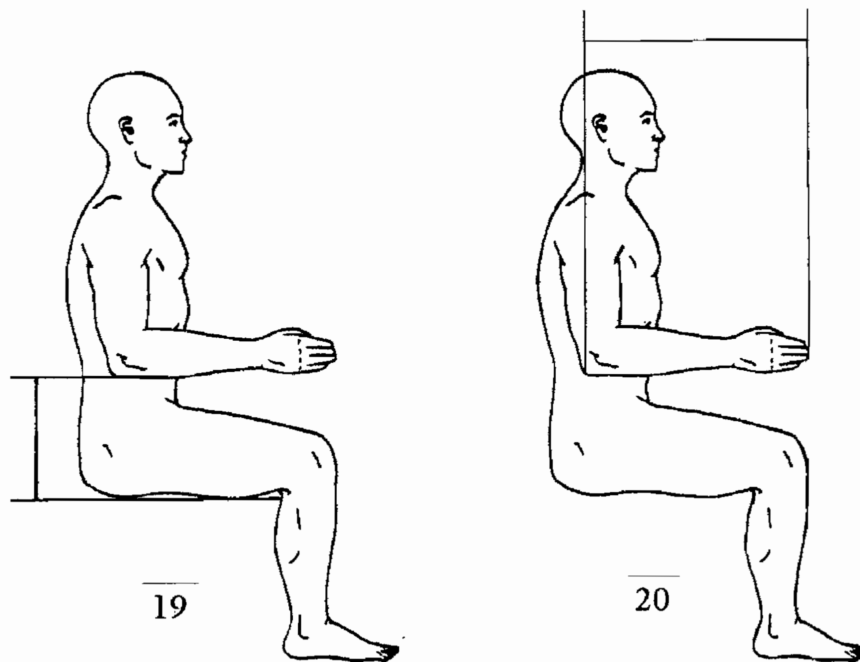
*Altura del codo (parado).* Es la distancia vertical del piso a la depresión del codo donde se encuentran los huesos del brazo y antebrazo (radial). Con el sujeto de pie y los brazos a los lados en forma natural (figura 18).




*Figuras 17 y 18.*

*Altura del codo (sentado).* Es la distancia vertical de la superficie del asiento a la parte más lateral del codo (radial). El sujeto sentado erguido con el brazo derecho al lado y formando un ángulo recto (figura 19).

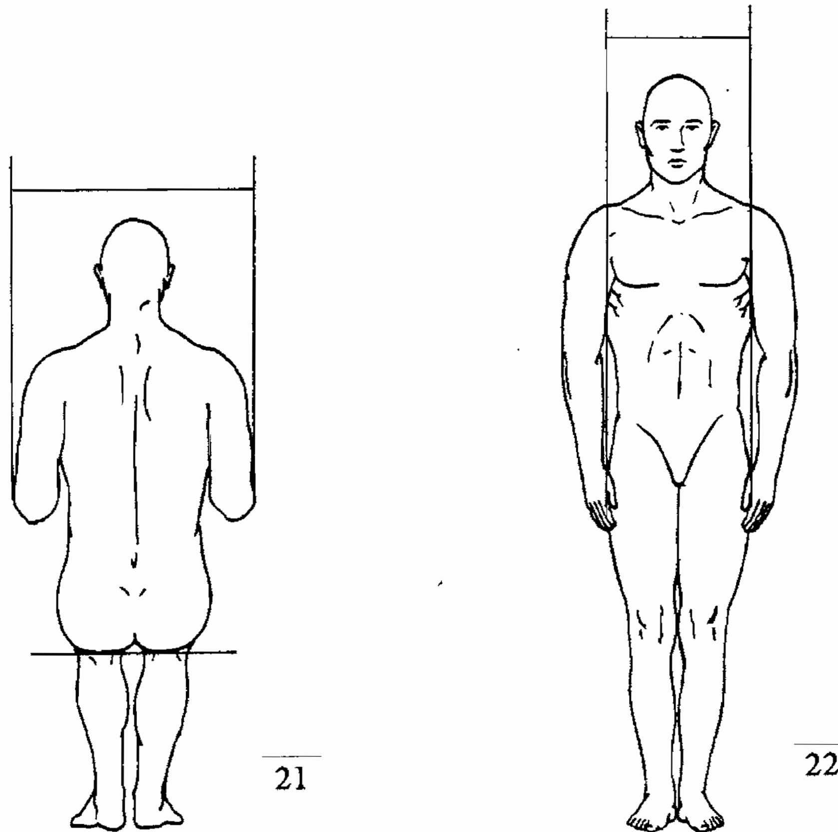
*Longitud mano antebrazo (sentado).* Es la distancia horizontal desde la punta del dedo medio al tope del codo con el brazo derecho doblado en ángulo recto. El sujeto sentado en posición erguida, la mano y los dedos deben estar extendidos al frente (figura 20).




*Figuras 19 y 20.*

*Anchura codo-codo (sentado).* Esta medida es la distancia horizontal entre las superficies laterales de los codos. El sujeto sentado erguido con los brazos en posición vertical tocando ligeramente a los lados y el antebrazo extendido horizontalmente formando un ángulo recto (figura 21).

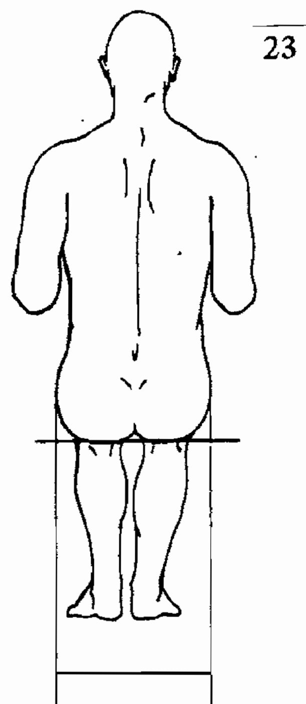
*Anchura de cadera (parado).* Esta medida es la distancia máxima entre la cadera (trocanter). El sujeto de pie con los talones juntos (figura 22).

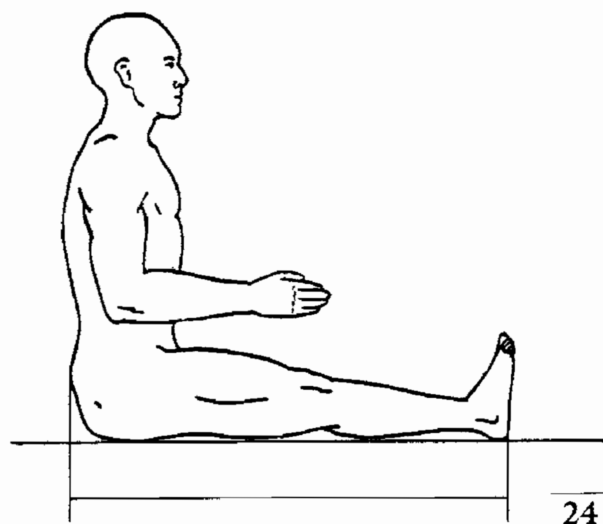



*Figuras 21 y 22.*

*Anchura de cadera (sentado).* Esta medida es la distancia que cruza la cadera, sobre los lados externos de los glúteos, cuando el sujeto está sentado. El sujeto se sienta erguido con las rodillas formando un ángulo de 90° y las rodillas y los talones juntos (figura 23).

*Longitud pierna-glúteos (sentado en el piso).* Es la distancia horizontal del punto más posterior de los glúteos hasta la base del talón. El sujeto se sienta erguido con las piernas estiradas lo más posible en una superficie plana (el piso es lo mejor) (figura 24).

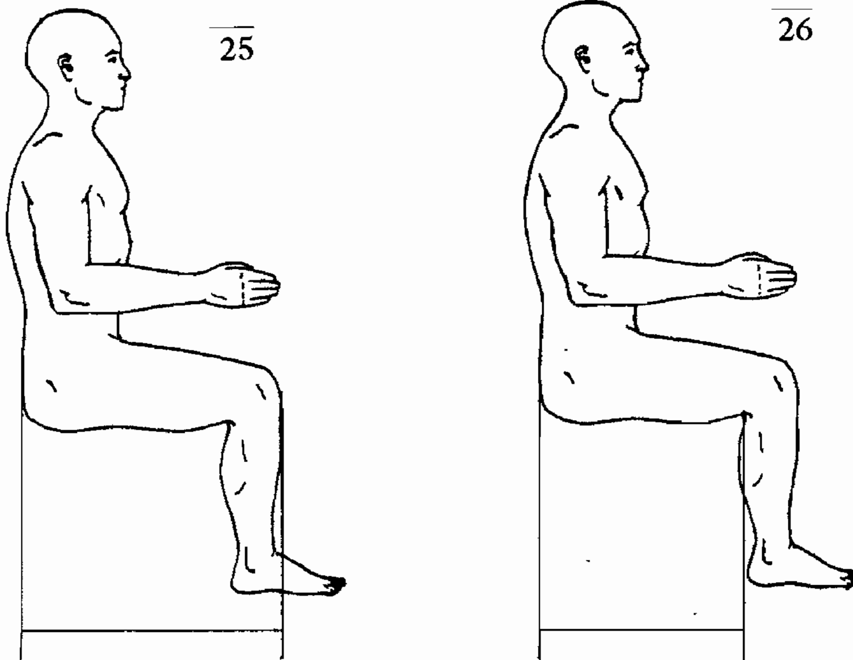



*Figuras 23 y 24.*

*Longitud rodilla-glúteo (sentado).* Es la distancia horizontal del punto más posterior de los glúteos al punto más anterior sobre la rodilla. El sujeto sentado erguido con las rodillas formando un ángulo recto (figura 25).

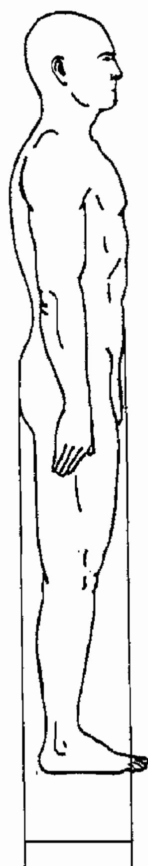
*Longitud glúteo-poplíteo (sentado).* Es la distancia horizontal del punto más posterior de los glúteos a la parte posterior de la rodilla (hueco poplíteo). El sujeto debe estar sentado formando con las rodillas un ángulo recto (figura 26).

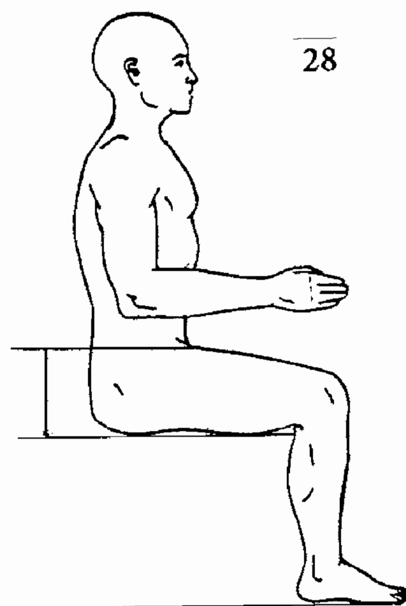



*Figuras 25 y 26.*

*Profundidad glútea (parado).* Es la distancia horizontal entre los glúteos y el abdomen a nivel de la máxima curvatura del glúteo. El sujeto de pie (figura 27).

*Holgura del muslo (sentado).* Es la distancia vertical de la superficie del asiento al tope del muslo en la intersección con el abdomen. Con el sujeto sentado erguido y con las piernas en ángulo recto (figura 28).



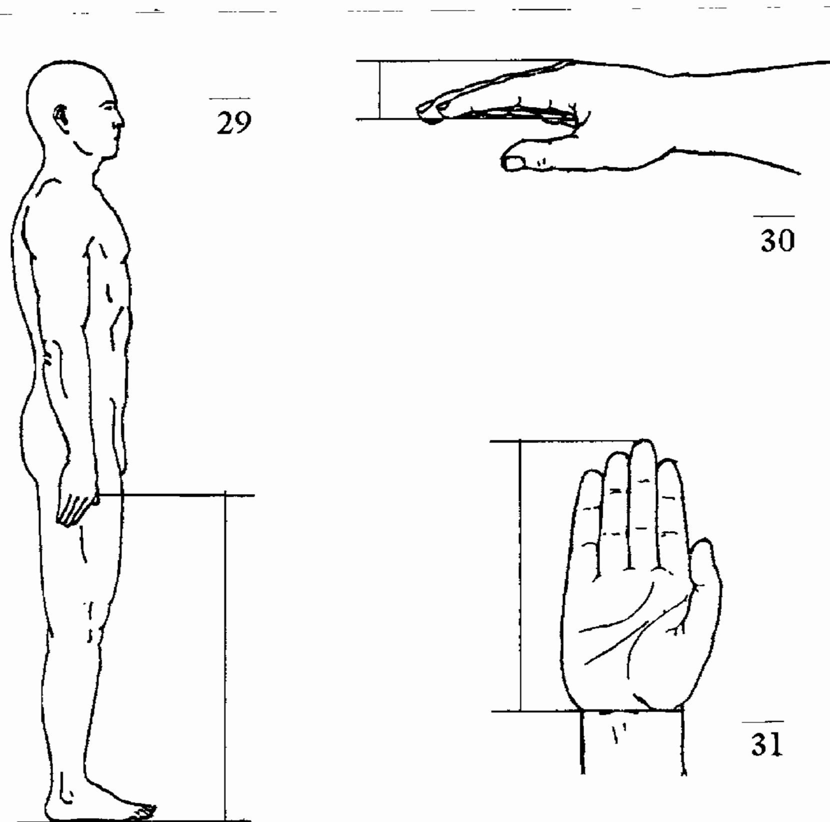




*Figuras 27 y 28.*

*Altura de nudillos y/o puño cerrado (parado).* Es la distancia del piso al punto del dedo medio de la mano derecha en donde se inicia la palma de la mano o nudillos. El sujeto parado en posición de firmes con la mano extendida hacia abajo con los dedos pegados (figura 29).

*Grosor de la mano (parado o sentado).* Esta medida es la distancia máxima entre las superficies palmar y dorsal del nudillo del dedo medio donde se junten con la palma de la mano y con los dedos extendidos (figura 30).

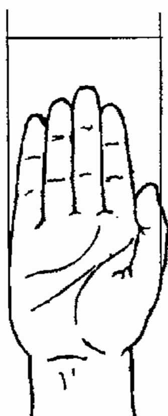
*Longitud de la mano (parado o sentado).* Es la distancia de la base de la mano, en el primer pliegue que se forma entre la palma de la mano y la muñeca, a la punta del dedo medio de la mano (figura 31).

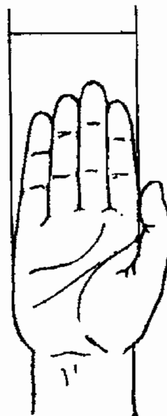



*Figuras 29, 30 y 31.*

*Anchura de la mano al pulgar (sentado o parado).* Esta medida es la máxima anchura que cruza la palma (formando un ángulo recto a lo largo del eje de la mano) al nudillo del dedo pulgar de la mano derecha con los dedos extendidos y tomando la parte lateral más prominente del pulgar, hasta la parte lateral más prominente y más lateral de la palma sobre la base del dedo meñique (Figura 31 bis).

*Anchura de la mano sin el pulgar (sentado o parado).* Es la medida de la máxima anchura que cruza la palma de la mano, del borde externo lateral sobre el dedo meñique al borde lateral del dedo índice a nivel del nudillo, con el dedo pulgar separado y los dedos juntos (figura 32).

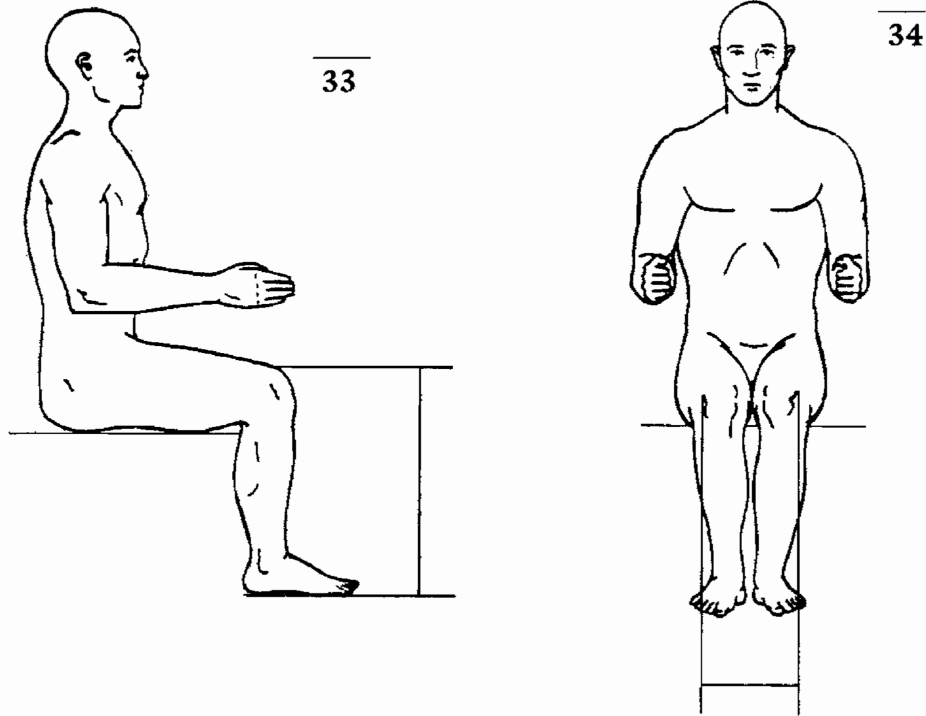



*Figuras 31 bis y 32.*

*Altura de rodilla (sentado).* Es la distancia vertical del piso al punto de la parte más superior de la rodilla. El sujeto se sienta erguido formando con las rodillas un ángulo recto (figura 33).

*Anchura rodilla-rodilla (sentado).* Esta medida es la máxima distancia horizontal que cruza las superficies laterales de las rodillas. El sujeto se sienta erguido con las rodillas formando un ángulo recto y tocando las rodillas ligeramente con el instrumento (figura 34).




*Figuras 33 y 34.*

*Altura poplítea (sentado).* Es la distancia vertical del piso a la parte posterior de la rodilla en la parte inferior de la rodilla. El sujeto debe estar sentado con la piernas formando un ángulo recto y el tope de la parte inferior de la pierna y posterior de la rodilla tocando la superficie donde se encuentra el asiento (figura 35).

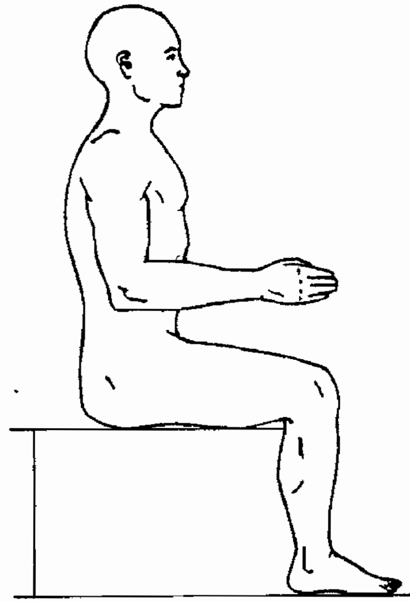
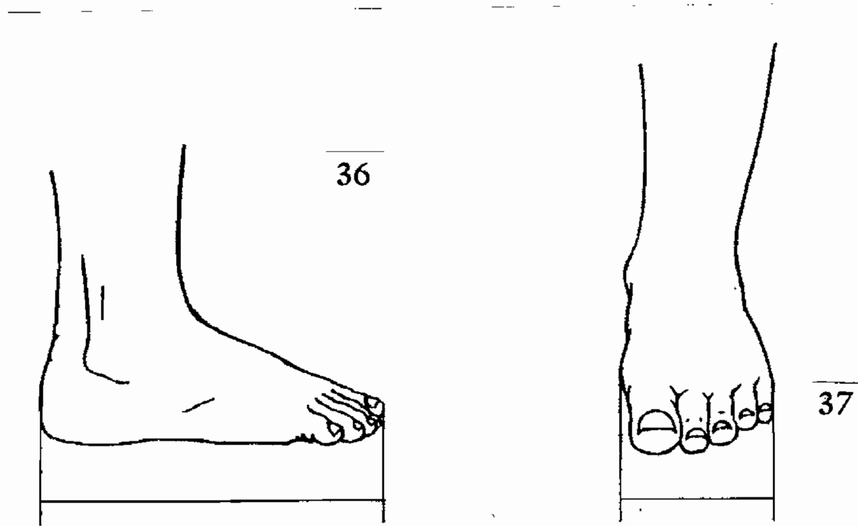


*Figura 35.*

*Longitud del pie (parado).* Es la distancia horizontal de la parte más posterior del talón al tope del dedo mayor. El sujeto de pie con el peso distribuido en ambos pies (figura 36).

*Anchura del pie (parado).* Es la distancia máxima horizontal que cruza el pie, formando un ángulo recto con el eje de la pierna. El sujeto está de pie con el peso distribuido en ambos pies, se toman los puntos laterales más sobresalientes del pie (figura 37).




*Figuras 36 y 37.*

## Dimensiones corporales funcionales

Las dimensiones corporales funcionales se toman de las posiciones que el cuerpo asume como resultado del movimiento. Esto resume lo que ya mencionamos cuando dividimos la antropometría en dos ramas: la estructural o estática, y la funcional o dinámica. Fundamentalmente hay una sola técnica antropométrica, pero cuando se mide el cuerpo en movimiento se trata de un caso especial en el que se tiene que considerar también el espacio que ese cuerpo ocupa.

La necesidad de realizar mediciones dinámicas se debe a que el cuerpo humano es tridimensional, realiza movimientos en el espacio y necesita espacios determinados para diferentes tareas; por otro lado, es más sencillo medir bidimensionalmente y hay continuidad en el desempeño corporal; es decir que no se limitan las posibilidades de relacionar la antropometría con el espacio y los movimientos (véase *El hombre proporcional,* de Curvosier).

Estas medidas sirven para el diseño de espacios restringidos en áreas laborales y en trabajos especializados, pero lo más importante es su aplicación en el diseño de los objetos que utiliza el ser humano, desde una taza hasta el diseño y la construcción de maquinaria. Entre las medidas funcionales más importantes están las siguientes:

*Posición prono (acostado boca abajo).* Se toman dos medidas con el sujeto en posición acostado boca abajo, con las piernas y puntas de los pies extendidos y los brazos extendidos al frente con los puños cerrados y/o la mano extendida.

*a) Longitud prono.* Es la medida horizontal desde la punta de los dedos de los pies al punto mas anterior de la punta de los dedos y del puño (como otra variante de esta misma posición) (figura 38).

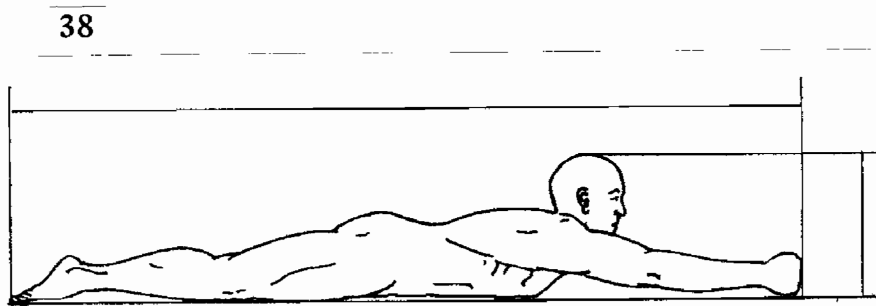
*b) Altura prono*. Se mide del piso al punto más alto de la cabeza (vértex), cuando el sujeto se encuentra sobre el piso, el tórax pegado al piso y la vista al frente en plano de Frankfort (figura 38).

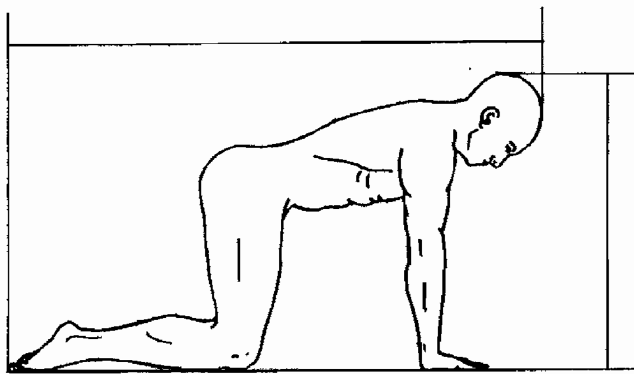
*Posición de gateo (sobre las rodillas).* Se toman las medidas cuando el sujeto descansa sobre sus rodillas, con las palmas de sus manos sobre

el piso, las piernas perpendiculares al piso con los pies extendidos, el dorso recto con la cabeza a lo largo del eje del cuerpo y la vista al frente (figura 39).

a) *Longitud de gateo.* Se toma desde el punto más posterior de la punta de los pies con el pie extendido al punto más anterior de la cabeza.

*Altura de gateo.* Se toma esta medida desde el piso hasta el punto más alto de la cabeza, en el vértex.



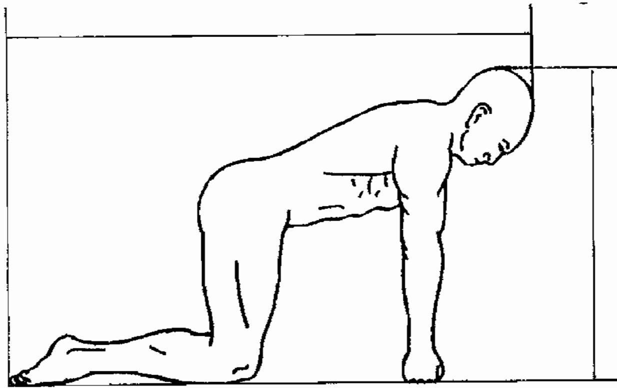

*Figuras 38 y 39.*

*Posición de rodillas.* Se toman dos medidas, el sujeto está de rodillas y los pies juntos y con los puños sobre el piso frente a sus rodillas, los brazos verticales y su cabeza alineada con el eje del cuerpo y los pies extendidos (figura 40).

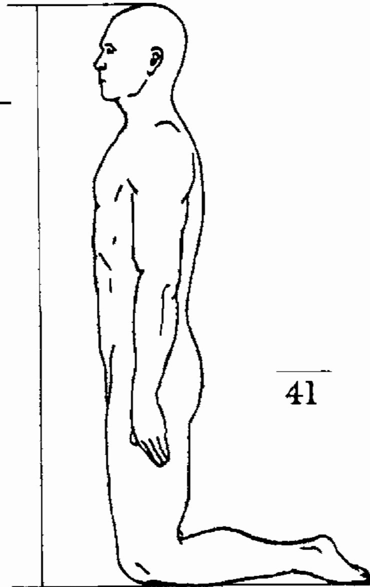
a) *Longitud de rodillas (arrodillado).* Se toma desde el punto más posterior de la punta de los pies al punto más anterior de la cabeza con la vista al frente.

b) *Altura agachado de rodillas (arrodillado).* Se mide desde el piso hasta el punto más alto de la cabeza en el vértex.

c) *Altura de rodillas con la cabeza levantada.* Se toma desde el piso con el sujeto erguido sobre sus rodillas al vértex, con la vista al frente en el plano de Frankfort (figura 41).



40

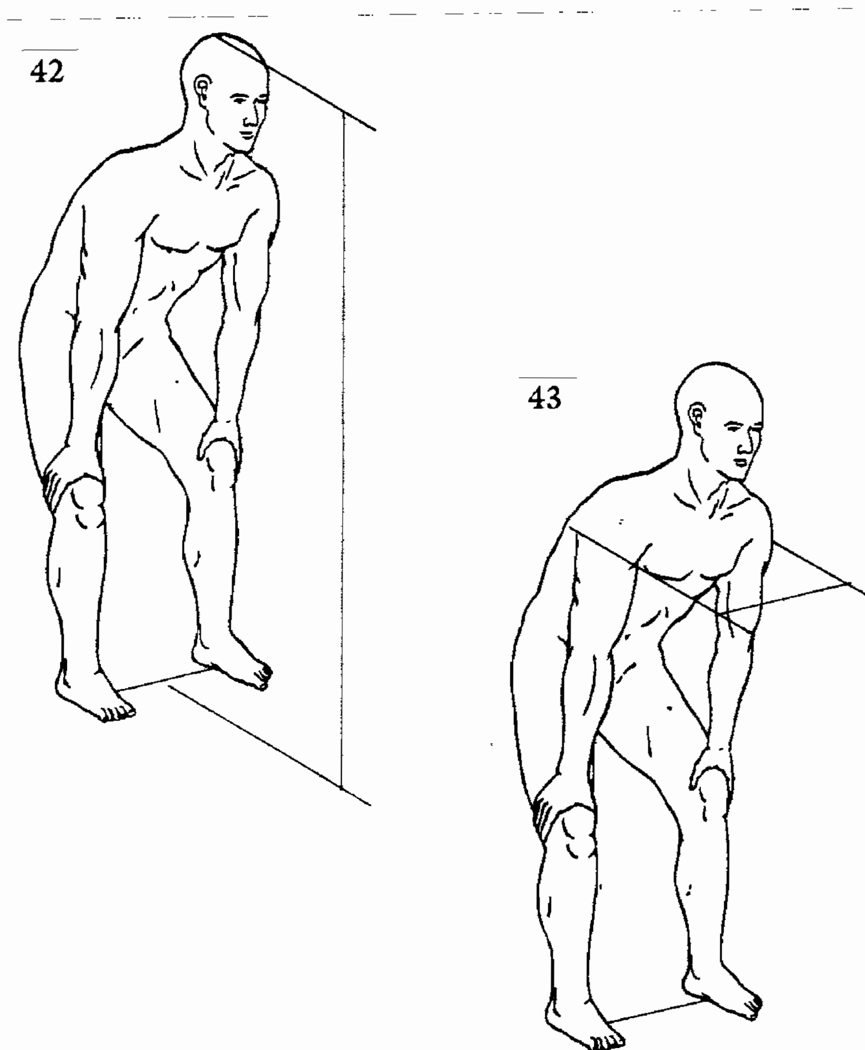


41

*Figuras 40 y 41.*

*Altura dorso-encorvado.* Es la altura desde la cabeza al piso con la posición siguiente: los pies separados y con las palmas de las manos sobre las rodillas, los pies separados 18 pulgadas (46 cm), con la vista al frente paralela al piso (figura 42).

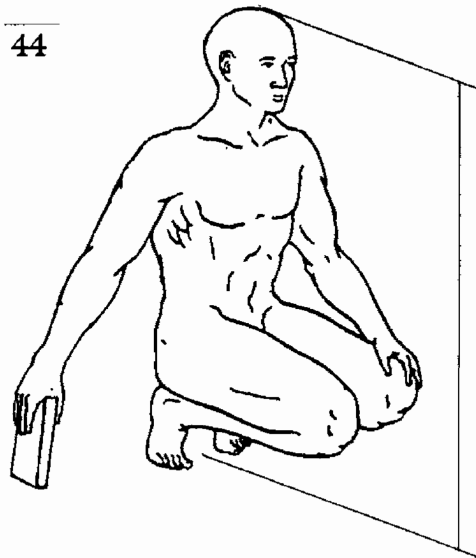
*Anchura dorso-encorvado.* Es la medida que se toma con el sujeto en la posición anterior, de la parte más externa de un lado del hombro al otro (figura 43).

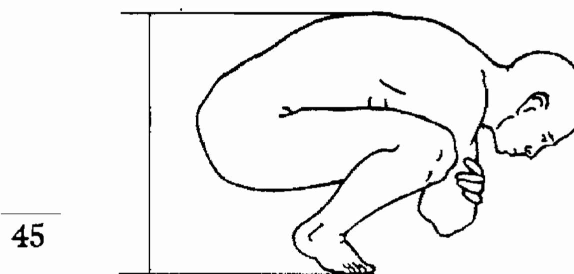



*Figuras 42 y 43.*

*Altura en cuclillas.* Se toma en la parte superior de la cabeza al piso, con el sujeto en cuclillas, las nalgas sobre los talones, con las piernas separadas (aproximadamente 9 pulgadas, equivalentes a 23 cm), con el cuerpo erguido y la vista al frente, la cabeza en el plano del Frankfort, sosteniéndose con una mano sobre algún objeto para el caso (figura 44).

*Altura mínima en cuclillas.* Esta se toma con el sujeto en cuclillas, con los brazos cruzados abrazando sus piernas y apoyando el pecho sobre las piernas, la cabeza siguiendo el eje del cuerpo, se toma el punto más alto de la espalda a nivel dorsal y al piso (figura 45).

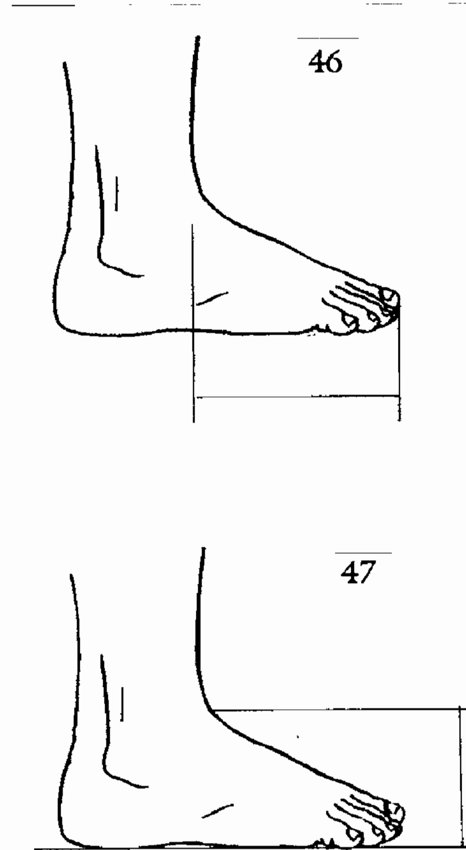



*Figuras 44 y 45.*

*Longitud funcional del pie (parado).* Es la distancia de la porción anterior del pie, en el pliegue con la pierna a la punta del dedo mayor (figura 46).

*Altura funcional del pie (parado).* Con el sujeto de pie, se toma desde el piso, hasta donde se forma el pliegue de movimiento, a la parte más próxima de la parte anterior del pie (figura 47).




*Figuras 46 y 47.*

## Alcances para espacios de trabajo

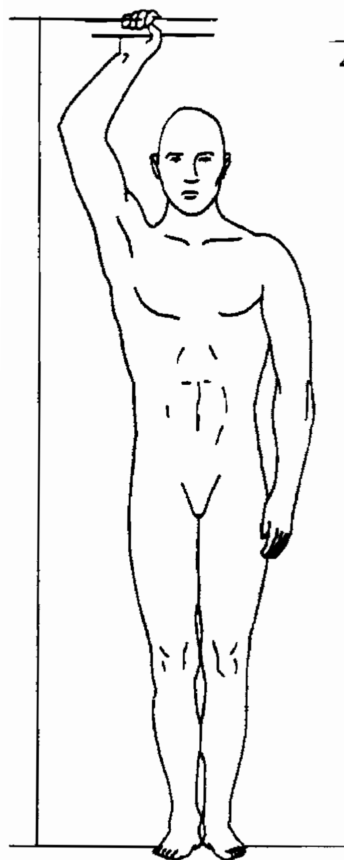
Estas medidas son esenciales para el diseño y control de espacios de trabajo. Estos alcances, que originalmente eran de la espalda al brazo extendido al frente y con el sujeto de pie, han tenido varias derivaciones y combinaciones, ya sea de pie o sentado, y ello se debe a que las necesidades de los adelantos tecnológicos han creado instrumentos que deben ser controlados en diferentes posiciones. Tal es el caso de las computadoras, cuyo uso demanda diferentes posiciones y grados de movimiento y fuerza; por esta razón es importante que tales medidas sean tomadas en cuenta para diseñar los espacios de trabajo, las máquinas y el mobiliario adecuados para el uso que se les vaya a dar.

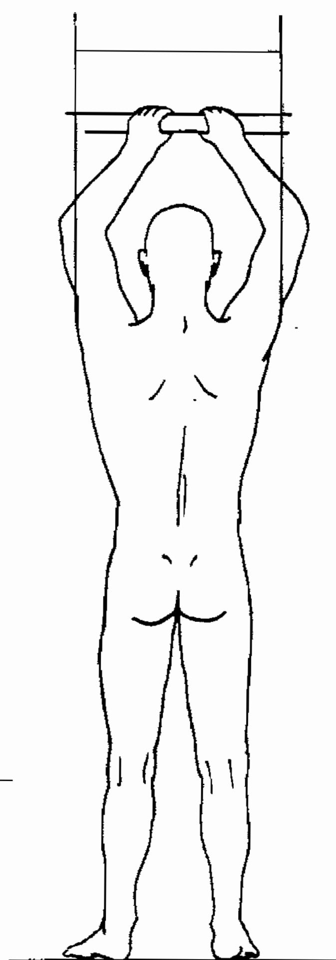
*Alcance vertical de asimiento (parado).* Esta medida se toma con el sujeto de pie en posición de firmes, levantando el brazo derecho lateralmente y con la mano tomando una barra de madera, se mide desde el piso al tope del agarre de la mano, a nivel de los nudillos (figura 48).

*Anchura del sujeto en alcance vertical de asimiento (parado).* Es la anchura máxima del sujeto en alcance vertical, con los dos brazos levantados, con las piernas ligeramente separadas, se toma la medida a nivel de los triceps o parte más prominente de ambos brazos (figura 49).

*Alcance horizontal de la mano (parado).* Con el sujeto de pie, recargado ligeramente sobre una pared, extendiendo el brazo derecho, doblando los dedos de la mano, se toma esta medida desde la pared a la punta de la mano (figura 50).

*Alcance vertical (sentado).* Con el sujeto sentado y erguido, la vista al frente paralela al piso y en el plano de Frankfort, extiende su brazo y mano derechas hacia arriba de su cabeza, lo más cómodo posible. La medición se realiza de la base del asiento a la punta de la mano (figura 51).



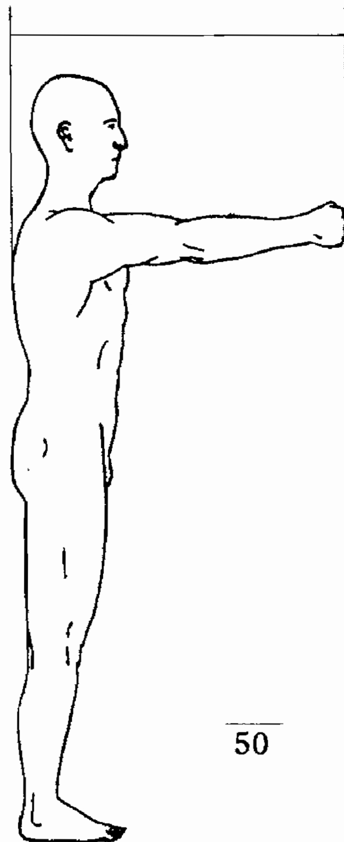



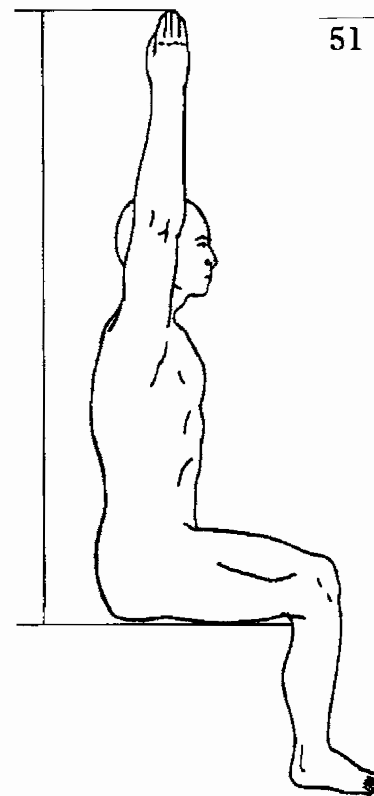

*Figuras 48 y 49.*

## Otras medidas

*Anchura del talón (parado).* Con el sujeto de pie, se toma la parte posterior del pie, en la parte más ancha del talón.

*Altura del tobillo (parado).* Con el sujeto de pie y un calibrador de corredera, se toma desde el borde superior del tobillo al piso.




*Figuras 50 y 51.*

## Análisis e interpretación de los datos

Las poblaciones pueden ser estudiadas y analizadas como conjunto, o divididas en secciones de usuarios específicos. Las poblaciones pueden ser definidas en relación con el proyecto de diseño, o bien en relación con sus necesidades de espacios de trabajo, mobiliario, construcciones, equipos de higiene y seguridad, espacios recreativos y vestuario. Cabe señalar que es necesaria una amplia muestra para tener estándares previos al diseño de cualquier objeto o maquinaria; por el contrario, cuando ya existe un diseño, es éste mismo el que delimita la muestra de población en torno de casos muy específicos.

Una respuesta sencilla a este problema es calcular un valor medio, o bien indicar la serie de valores posibles señalando el más alto y el más bajo. Por ejemplo, es posible manejar el peso de los individuos calculando el peso medio o indicando los pesos posibles y señalando el más ligero y el más pesado; se puede dividir las variables de peso en ligeros, medios y pesados, de la misma manera que puede hacerse con las otras medidas.

La antropología aplicada a la ergonomía excluye las diferencias biológicas cualitativas, como por ejemplo los distintos tipos sanguíneos o los cambios biológicos hormonales que se presentan con la edad; excluye, desde luego, las diferencias anatómicas como el número de músculos o el número de curvas y presillas en los dermatoglifos o huellas dactilares.

El tipo de medidas tomadas en una población se ha de meditar cuidadosamente. Las medidas han de ser elegidas exactamente conforme al problema que se ha de resolver, ya sea que se trate de un problema de diseño industrial, o de ingeniería de métodos, de recreación, etcétera (Diffrient, 1984).

Para un diseño adecuado es preciso que la gente se encuentre cómoda y que descanse confortablemente o que labore sin dificultad, con eficiencia y seguridad.

La media del hombre y la mujer no necesariamente es la correcta para considerar los valores más altos y más bajos, ya que corresponde al 50 percentil y por lo tanto es impráctica; lo que se busca es el confort, la eficiencia y la seguridad de la mayoría de la gente, y es

necesario no perder esto de vista para decidir qué porcentaje del grupo debe ser considerado.

Para ello es necesario el uso de los percentiles, que son los valores que representan el porcentaje bajo ciertas medidas; esto es, si el 1 percentil de la estatura de un hombre es de 1.50 m, entonces el 1 percentil de hombres está en ese valor o en uno menor.

Los percentiles indican cuánta gente puede estar incluida y cuánta excluida de un valor; por ejemplo, si la inclusión del 97 percentil de un grupo empieza con el 2 percentil y termina en el 97 percentil, lo que significa que se está tomando el 95 percentil, entonces la gente que se encuentra antes del 2 percentil y después del 97 percentil está excluida. El 2 percentil corresponde a displasias o poblaciones que presentan casos especiales como el enanisno o el gigantismo.

Respecto a esto se deben tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

1) El 50 percentil es utilizado en algunos casos especiales y corresponde a la media de la muestra o de la población.

2) Una acomodación mayor del 95 percentil es ideal, pero impone excesivos requerimientos sobre algunos diseños, ya que es necesario tomar en cuenta grandes muestras de población; es por ello también que los extremos de la población no se toman en cuenta, o sólo para casos especiales como enanismo, gigantismo, senectos o minusválidos.

3) En el trabajo civil es necesario incluir al menos el 95 percentil de la gente o aquellas entre el 2.5 y el 97.5 percentil.

## Ventajas y desventajas de la técnica antropométrica

Como todas las técnicas, esta tiene algunas ventajas y desventajas; entre sus ventajas podemos señalar las siguientes:

La técnica es relativamente fácil y los puntos anatómicos de referencia no son difíciles de aprender y señalar; el personal que va a realizar las mediciones puede capacitarse en poco tiempo; no es un método invasivo ni produce lesión alguna; hay una buena disposición de los sujetos a medir, previa explicación de lo que se va a

realizar; las medidas ergonómicas, con el sujeto en poca ropa o vestido, se pueden tomar en cualquier lugar adaptado para ese fin, cuando las medidas son fuera del laboratorio de FH/E.

Los datos pueden ser susceptibles de analizarse desde varias perspectivas, ubicarlas de acuerdo a ciertos indicadores como edad, sexo, estado económico, etcétera.

Sobre las desventajas cabe mencionarse estos aspectos:

El equipo es normalmente caro para que cada ergónomo cuente con uno de ellos, ya que este es importado.

Los datos se tienen que organizar para ser susceptibles de tratamiento estadístico.

El procedimiento para conseguir la muestra es tardado debido a los trámites que se tienen que realizar en los diferentes lugares de donde se quiere obtener, como son: las instituciones privadas, las gubernamentales, las educativas y las fábricas, lugares un poco difíciles de acceder.

El tiempo se prolonga ya que se lleva en al medición más de 20 minutos por persona, lo cual fatiga o aburre al sujeto y cansa al investigador.

Se debe tener rigurosidad en la selección de la muestra, ya que no podemos mezclar sujetos usuarios de maquinaria especializada como algunas de la construcción con usuarios de computadoras, o mezclar hombres con mujeres, ésta es una de las reglas de la ergonomía al seleccionar la muestra.

## Cédula ergonómica

Para confirmar lo referente al capítulo anterior, se presenta uno de los tantos modelos de *Cédula antropométrico-ergonómica* para que los resultados de estas medidas sean tomadas de acuerdo a la necesidad de contar con todas o alguna parte de ellas.

Esta cédula muestra el modelo de las medidas señaladas a lo largo del texto, pero puede ser mayor o menor la cantidad de datos que se tomen de acuerdo a una necesidad específica. Por ejemplo, si el diseñador proyecta una silla debe considerar la estatura total, la

estatura sentado, anchura de hombros, anchura de caderas sentado, longitud glúteo poplíteo, altura del muslo, altura de rodilla, anchura de rodillas. Con esto, el diseñador tiene los parámetros necesarios para la elaboración de su diseño, que como resultado es más acorde al usuario al tomársele en cuenta.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – XOCHIMILCO

División de Ciencias y Artes para el Diseño
Departamento de Tecnología y Producción
Área de Factores Humanos
Laboratorio de Factores Humanos

## CÉDULA ERGONÓMICA I

Nombre ______________________________________________

Edad _____ Sexo ________ Expediente __________ Núm. _____

Fecha del estudio: año _______ mes _____________ día ____

Fecha de nacimiento: año __ mes _____________ día ____

Lugar de nacimiento ___________________________________

Domicilio ____________________________________________

_____________________________________________________

Lugar de nacimiento de los padres:

Madre _______________________________________________

Padre _______________________________________________

Ocupación del sujeto ___________________________________

Lugar de trabajo ______________________________________

Ingresos: personales $ ____________

familiares $ ____________

totales $ ____________

Número de miembros de la familia ____________

Lugar ____________

## MEDIDAS CON EL SUJETO PARADO

1) Peso ________ kg

2) Alcance vertical:

a) Mano extendida ________ mm

b) Mano cerrada ________ mm

3) Estatura ________ mm

4) Altura ocular ________ mm

5) Altura al hombro(acromial) ________ mm

6) Altura al codo ________ mm

7) Altura brazo frontal (brazo a mano extendida) ________ mm

8) Altura de muñeca ________ mm

9) Altura nudillos de la mano ________ mm

10) Altura al dedo medio (dactilión) ________ mm

11) Altura de alcance frontal de brazo:

a) Mano extendida ________ mm

b) Mano cerrada ________ mm

12) Profundidad máxima del cuerpo ________ mm

13) Profundidad de cintura ________ mm

14) Profundidad glútea ________ mm

15) Profundidad del tórax (A-P) ________ mm

16) Anchura de hombros:

a) Acromial ________ mm

b) Máxima ________ mm

17) Anchura de tórax ________ mm

18) Anchura máxima de cadera ________ mm

19) Anchura de rodilla ________ mm

20) Anchura del pie ________ mm

21) Longitud funcional del pie ________ mm

22) Longitud total del pie ________ mm

23) Altura funcional del pie ________ mm

24) Anchura del sujeto en alcance vertical ________ mm

25) Altura de alcance frontal del brazo (a 45°):

a) Mano extendida ________ mm

b) Mano cerrada ________ mm

26) Alcance horizontal lateral total:

a) Mano extendida ________ mm

b) Mano cerrada ________ mm

27) Alcance horizontal lateral:

a) Mano extendida ________ mm

b) Mano cerrada ________ mm

28) Estatura sentado __________ mm

29) Alcance vertical:

a) Mano extendida __________ mm

b) Mano cerrada __________ mm

30) Alcance frontal:

a) Mano extendida __________ mm

b) Mano cerrada __________ mm

31) Longitud pie-glúteo (pierna a 90°):

a) Pie normal __________ mm

b) Pie extendido __________ mm

32) Altura ocular __________ mm

33) Altura del hombro(acromión) __________ mm

34) Altura del codo (brazo a 90°) __________ mm

35) Holgura del muslo __________ mm

36) Altura de rodilla __________ mm

37) Altura poplítea __________ mm

38) Longitud rodilla-glúteo __________ mm

39) Longitud glúteo-poplíteo __________ mm

40) Anchura de hombros máxima __________ mm

41) Longitud hombro-codo (brazo a 90°) __________ mm

42) Longitud mano-codo (brazo a 90°) __________ mm

43) Anchura de codo __________ mm

44) Anchura de codo a codo máxima (a 90°) __________ mm

45) Anchura de rodilla __________ mm

46) Anchura máxima de rodillas __________ mm

47) Anchura glúteos __________ mm

48) Anchura de la mano (sin pulgar) __________ mm

49) Anchura de la mano (con pulgar) __________ mm

50) Longitud de la mano __________ mm

51) Longitud de la cabeza (A-P) __________ mm

52) Anchura de la cabeza __________ mm

53) Distancia interpupilar __________ mm

## POSICIONES ESPECIALES O DINÁMICAS

### POSICIÓN PRONO

54) Longitud prono:

- a) Mano extendida __________ mm
- b) Mano cerrada __________ mm

55) Altura prono __________ mm

### POSICIÓN DE GATEO

56) Longitud de gateo:

- a) Con palma de las manos __________ mm
- b) Con puño __________ mm

57) Altura de gateo:

- a) Con palma de las manos __________ mm
- b) Con puño __________ mm

## POSICIÓN DE RODILLAS

58) Longitud de rodillas __________ mm

59) Altura de rodillas __________ mm

## POSICIÓN ENCORVADO

60) Altura dorso encorvado __________ mm

61) Anchura hombros dorso encorvado __________ mm

## POSICIÓN EN CUCLILLAS

62) Altura en cuclillas __________ mm

63) Altura mínima en cuclillas __________ mm

Antropometrista ________________________________________

Estoy de acuerdo en que se realice el estudio

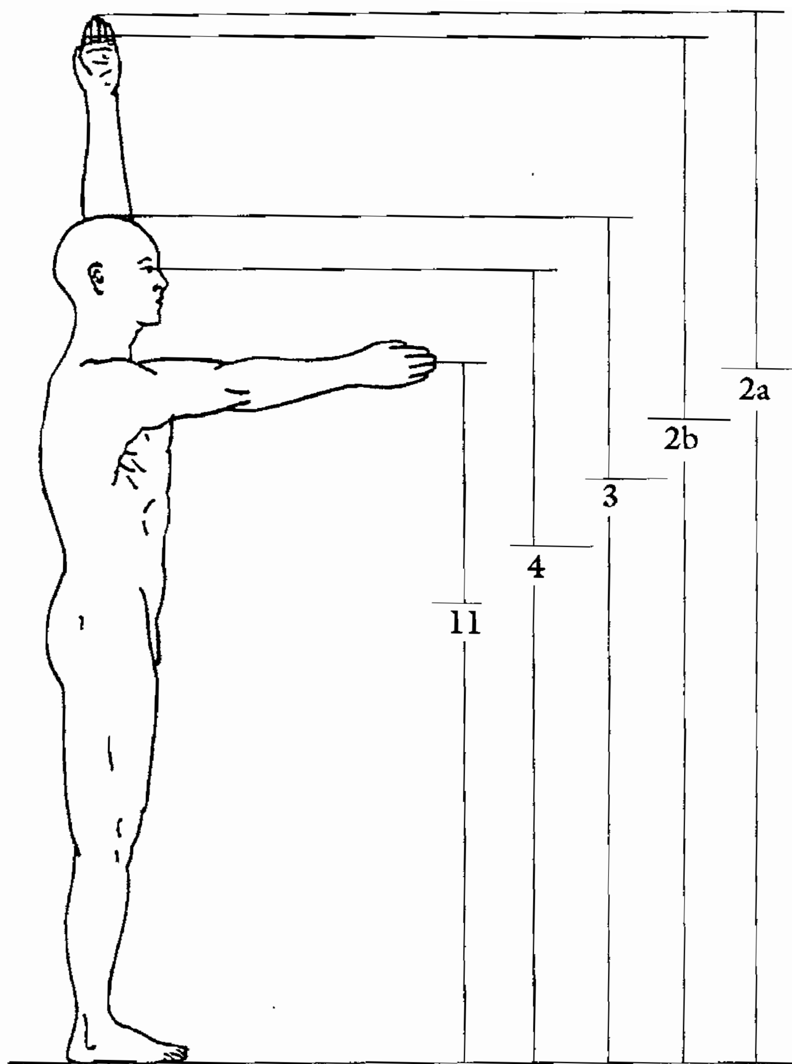
________________________________________________

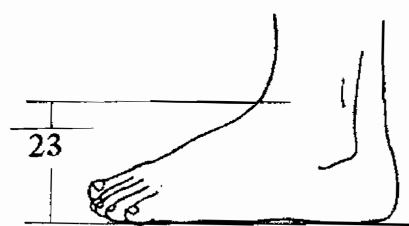
Estoy de acuerdo en que se me trató bien y sin ningún problema

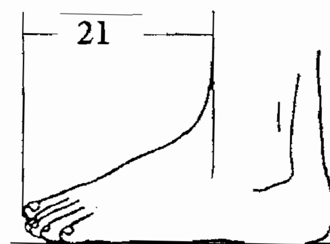
________________________________________________

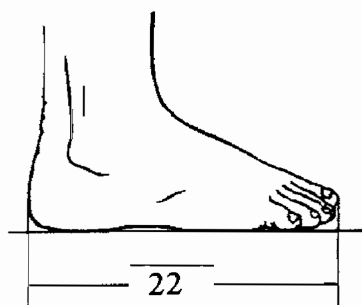
Elaboró: Dr. Enrique Bonilla Rodríguez

Para aplicar adecuadamente esta cédula, véanse las figuras con las dimensiones y el número de referencia que tienen con respecto a la secuencia de ésta, con lo cual se pueden seguir tanto los puntos antropométricos de referencia como las posiciones que el cuerpo debe adoptar para efectuar la medida.

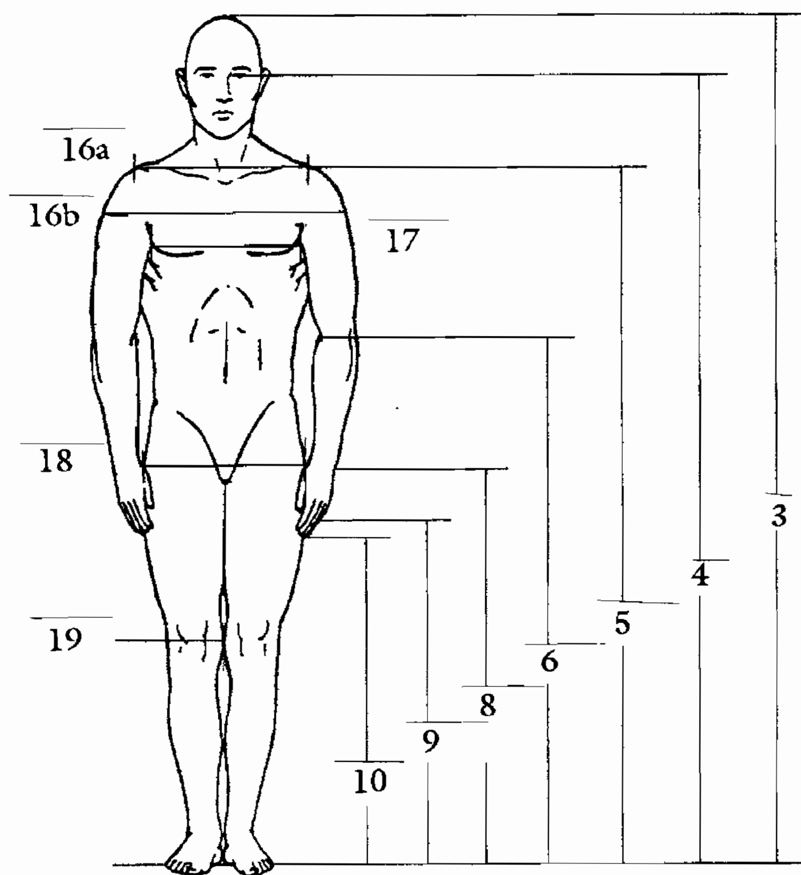

2a
2b
3
4
11

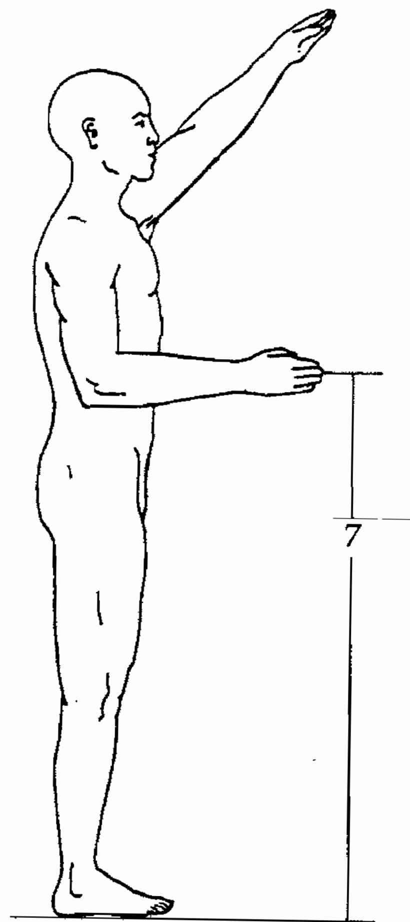
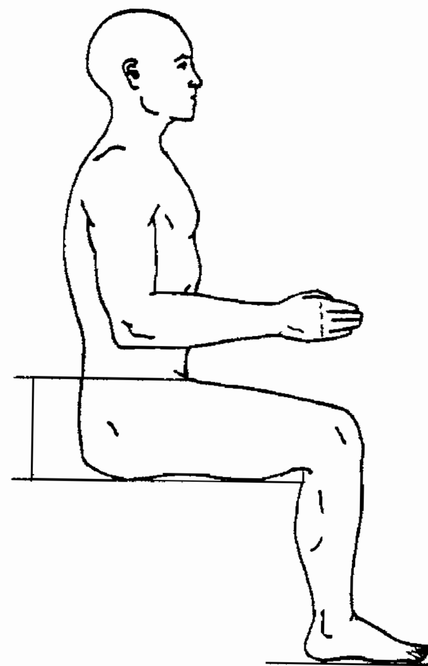

23

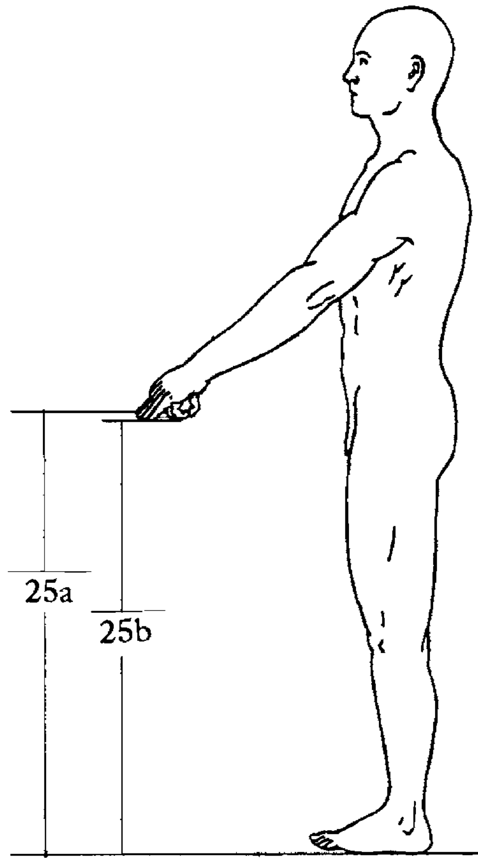

21

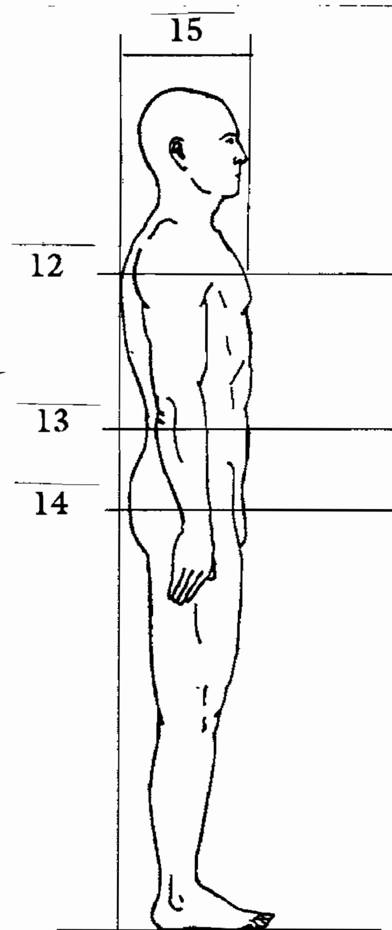

22

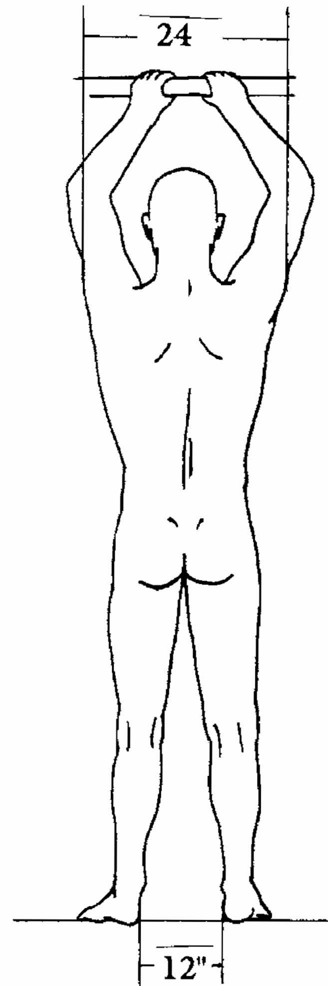

20

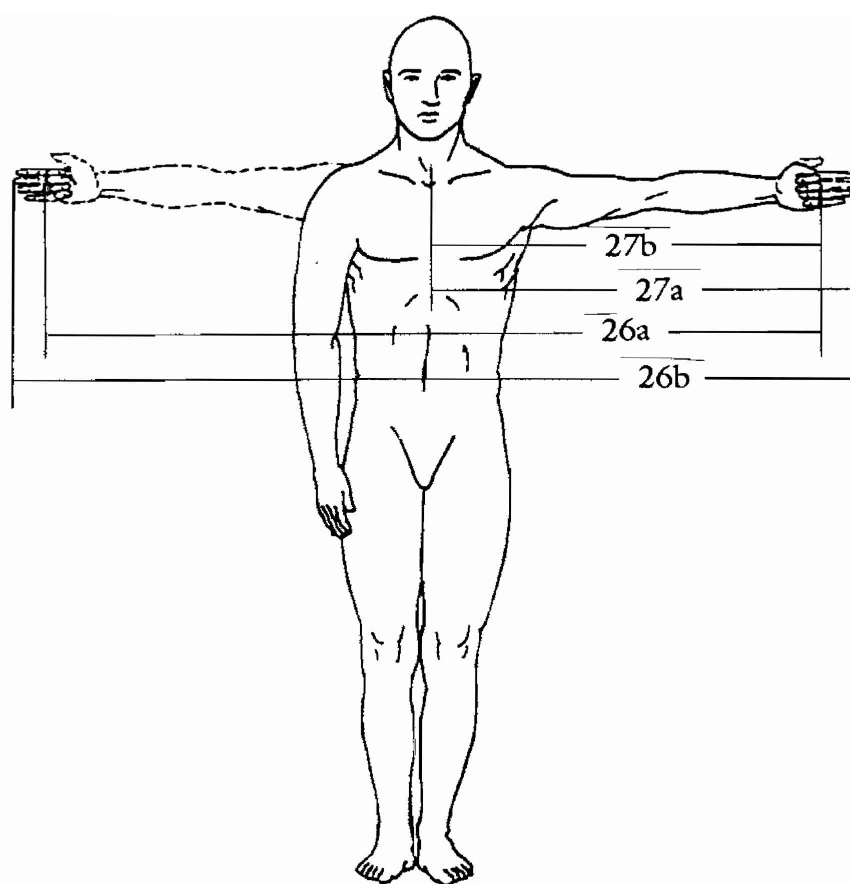

16a
16b
17
18
19
3
4
5
6
8
9
10

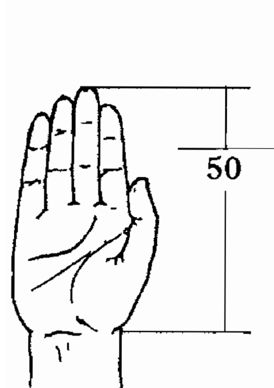

7


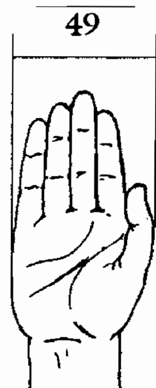

25a
25b

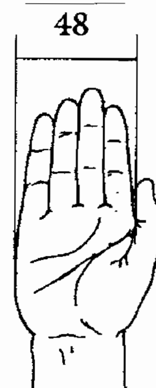

15
12
13
14

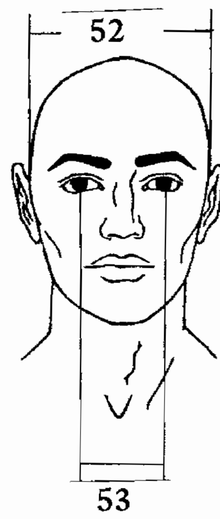
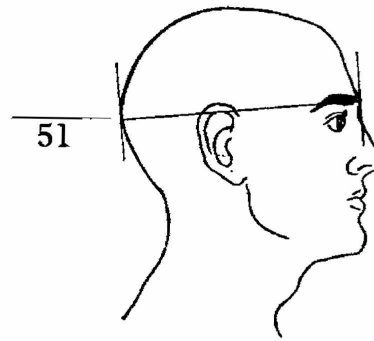
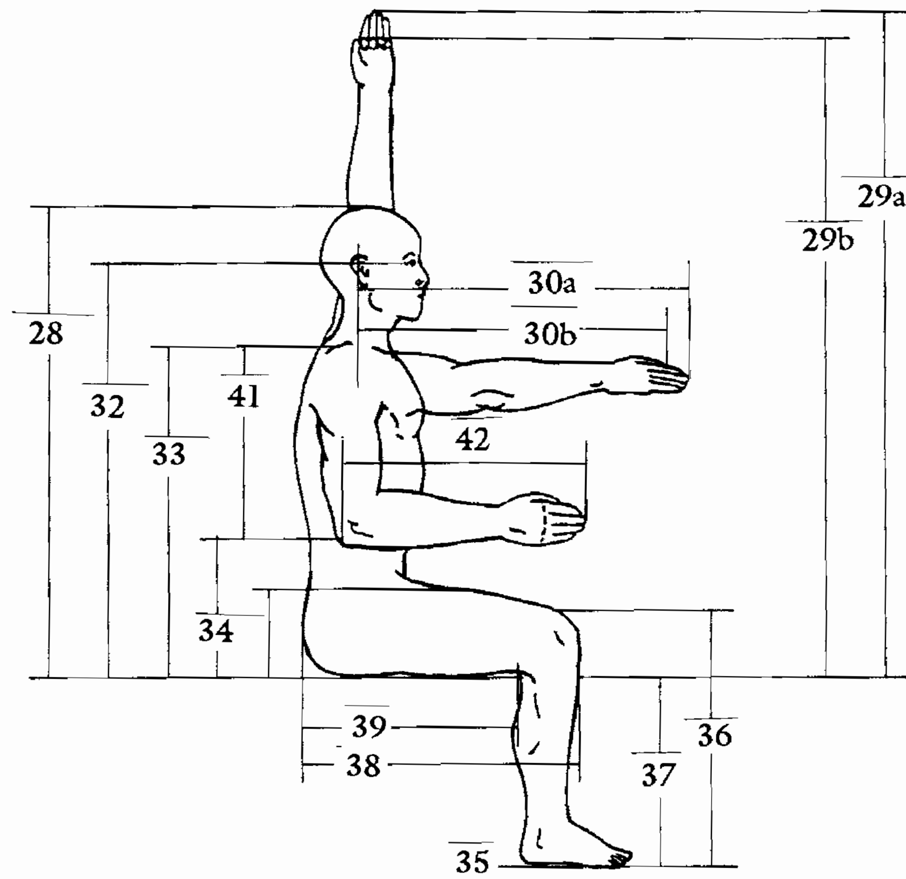

24
12"

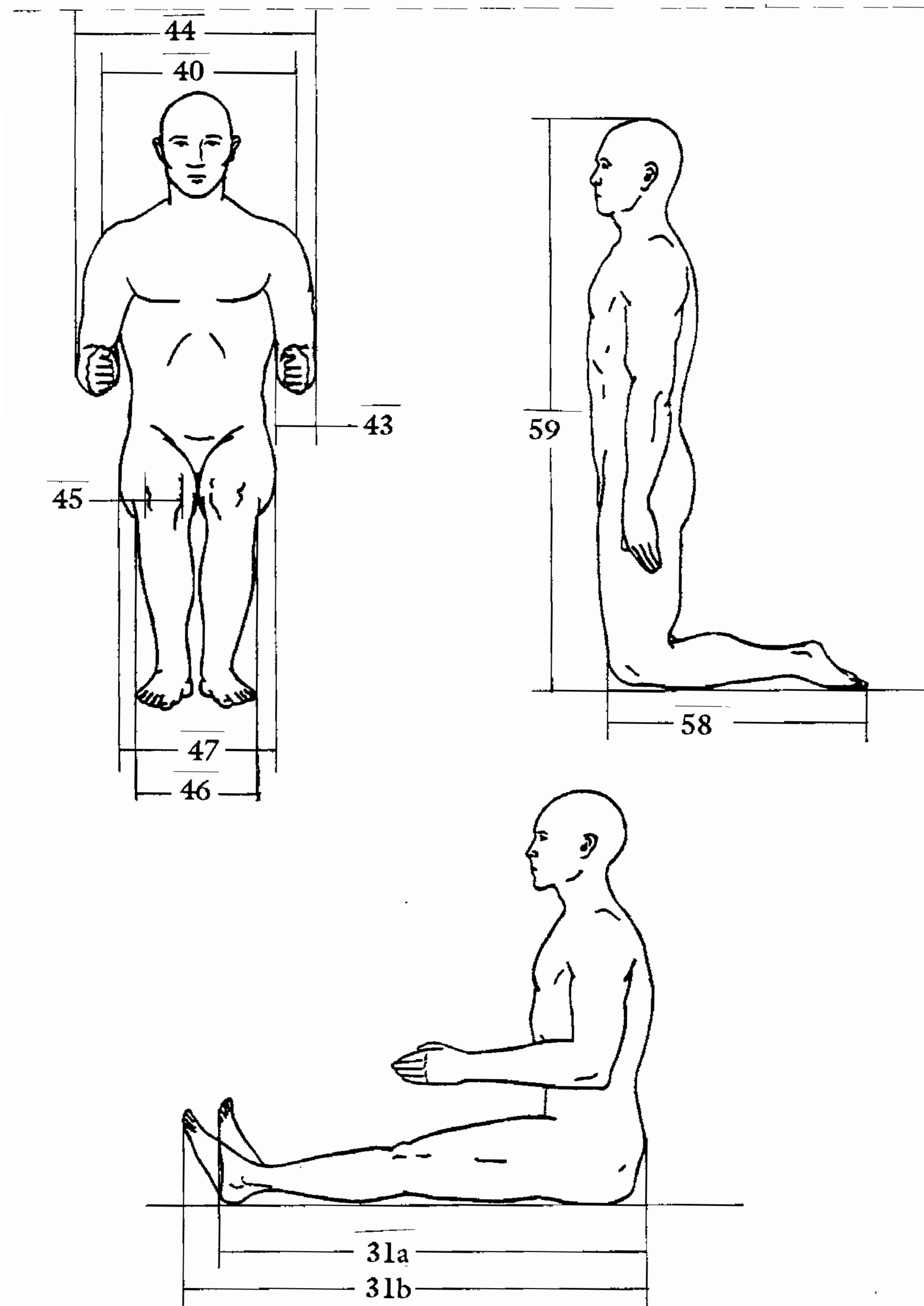

27b
27a
26a
26b


50

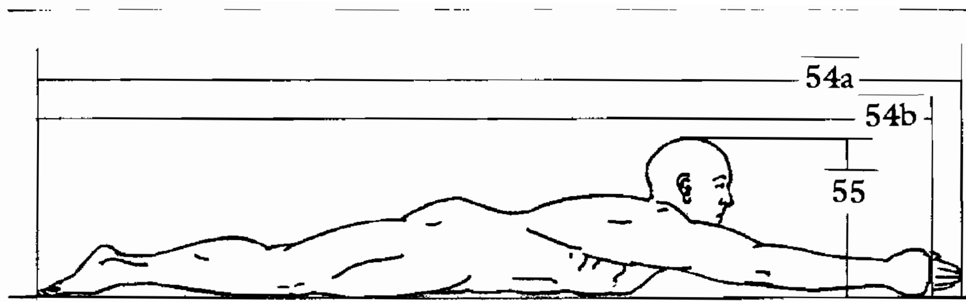

49

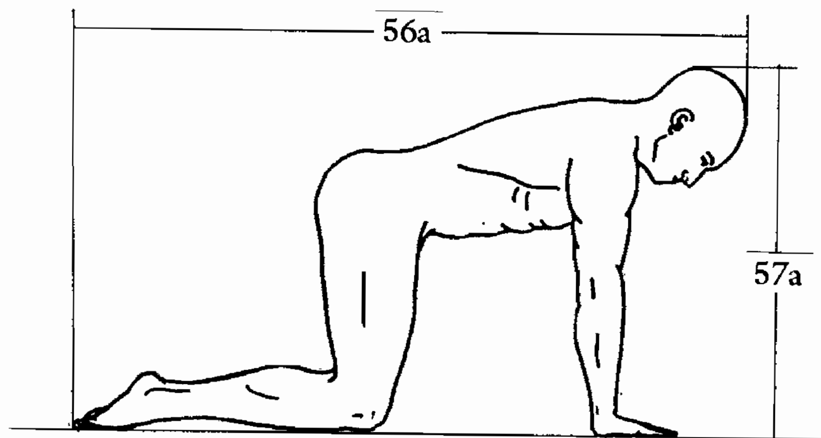

48

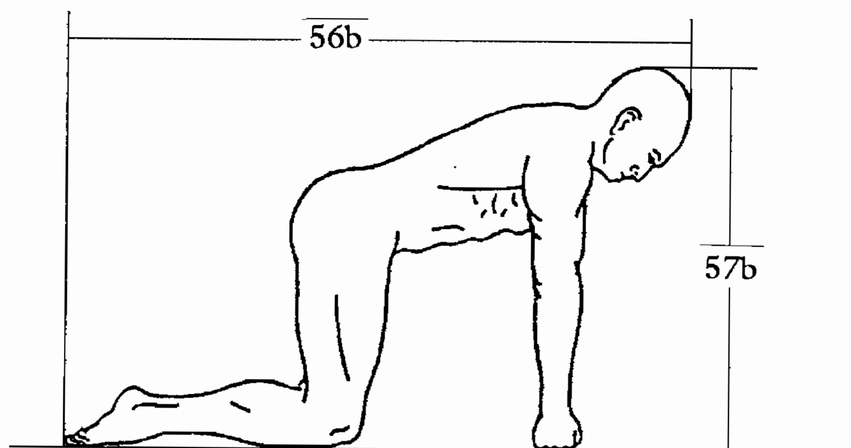

52
53

51

29a
29b
28
30a
30b
32
41
33
42
34
39
38
36
37
35

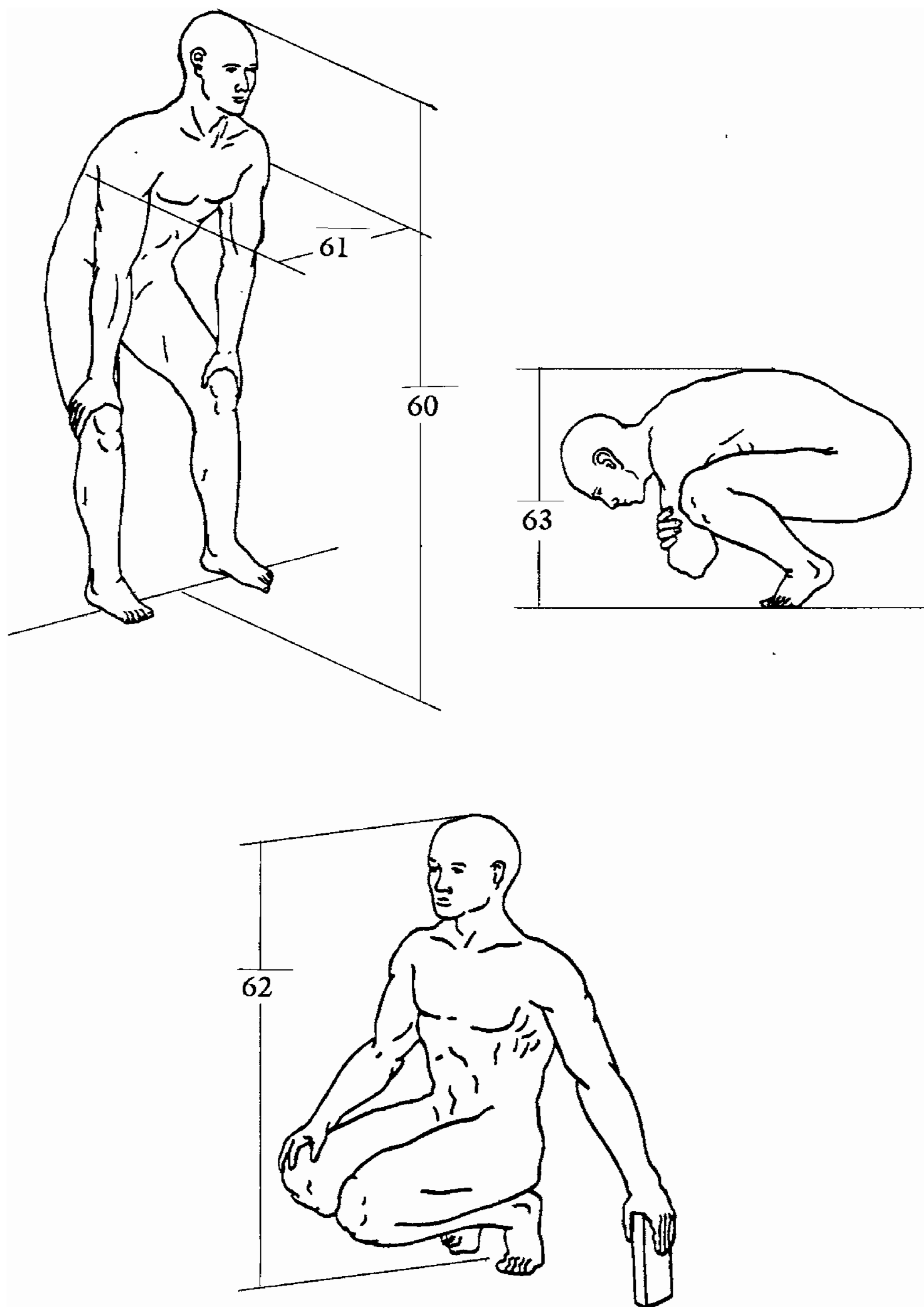


44
40
43
45
47
46
59
58
31a
31b


54a
54b
55


56a
57a


56b
57b


61
60
63
62

## Presentación de los resultados

Para finalizar este trabajo, se recomienda el siguiente esquema de la presentación de los resultados, este puede ser modificado por el investigador, siempre que contenga los elementos recomendados por la Convención Internacional de Estandarización.

Los resultados de los datos de la antropometría funcional o dinámica, en base a la técnica y descripción de medidas antropométricas es la que a continuación se presenta y que en el ejemplo de un caso real el autor utiliza.

1. Título (del trabajo y nombre del autor).
2. Dibujo(s) del cuerpo o parte del cuerpo medidas, indicando la toma dimensional y las distancias de medición.
3. Una fotografía o dibujo en perspectiva, mostrando al sujeto medido con el instrumento apropiado y de acuerdo a la técnica correcta.
4. Una definición verbal del procedimiento clara y cuidadosamente explicado, complementando la información y si es posible sus aplicaciones cuando sean pertinentes.
5. La presentación de los datos relevantes, incluyendo al menos el número de sujetos, la media, desviación estándar, varianza, percentiles.
6. Aplicaciones en el campo del diseño, de acuerdo a muestras específicas o especiales.
7. Análisis y discusión de los resultados.
8. Bibliografía.

# Bibliografía


BADLER, N. I., KOREIN, J. D., KOREIN, J. U., RADACK, G.M. y BRODMAN, L. S.
1985 "Positioning and animating human figures in a task-oriented environment", en*The Signal Computer,* (1): 212-220.

CASE, K. PORTER, J. M. BONNEY y M. C.
1986 "SAMMIE: A computer aided design tool for ergonomist", en*Proc. Human Factors Society, 30th. annual meeting,* pp. 694-698.

COMAS, J.
1976 *Manual de antropología física,* México, D. F., UNAM.

DIFFRIENT, N., ALVIN, R. T. y BARDAGLY, J. C.
1985 *Humanscale 1/2/3,* The MIT Press, Massachussets, 4a. ed., pp. 4 y ss.

EVANS, S. M.
1982 "Computational problems in developing computarized man-models", en R. Easterby, K. H. E. Kroemer y D. B. Chaffin (comps.), *Anthropometry and Biomechanics. Theory and Application,* Plenum, Nueva York, pp. 103-118.

GONZALO, R.
1975 "Anthropometric techniques for fieldwork", en *Curr. Anthrop.,* 16(4): 631-632.

HERTZBERG, H. T. E.
1968 "The conference on standarization techniques and terminology", en *Am. J. Phys. Anthrop.*, (28): 1-16.

IRVINE, C. H., SNOOK, S.H. y SPARSHALL, J.H.
1990 "Stairways user and treads and preferred dimensions", en *App. Erg.*, 21(3): 215-225.

KROEMER, K. H. E.
1987 "Engineering Anthropometry", en Salvendy, G. (comp.), *Handbook of Human Factors/Ergonomics*, John Wiley & Sons, Nueva York, pp. 154-168.

KROEMER, K. H. E.
1988 "Ergonomics", en Plog, A. Barbara (comp), *Fundamentals of Industrial Hygiene*, National Safety Council, Chicago, p. 283.

LINK, C. S., NICHOLSON, G.G., SHAALDERAN, S. A., BIRCH, R. y GOSSEMAN, M. R.
1990 "Lumbar curvature in standing and sitting in two types of chairs", en *Phys. Ther.*, 70(10): 431-437.

MUNDEL, E. M.
1984 *Estudio de tiempos y movimientos,* México, D. F., CECSA.

OBORNE, D. J. y GRUNEBERG, M. M.
1983 *The physical environment at work,* John Willey & Sons, Nueva York, pp. 45-88.

SCHOONE-HANSEN, M.
1990 "A design method for product safety", en *Ergonomics,* 33(4): 431-437.

ROEBUCK, J. A., KROEMER, K. H. E. y THOMPSON, W. G.
s/f *Engineering anthropometry methods,* John Willey & Sons, Toronto, pp. 12-32.

STEENBEKKERS, L. P. y MOLENBROECK, J. F.
1990 "Anthropometric data of children for non especialist users", en *Ergonomics,* 33(4): 421-429.

ZHU, ZY y ZHANG ZU
1990 "Maximum aceptable repetitive-lifting workload by chinese subjets", en *Ergonomics,* 33(7): 875-884.

Esta edición de 1 000 ejemplares
fue compuesta en Galliard 11/13
y se terminó de imprimir
el 31 de enero de 1993
en los talleres de Asesoría Gráfica,
Andorra 1, 03500 México, D. F.



El presente trabajo pretende dar un panorama general de la técnica antropométrica aplicada al diseño industrial; está dirigido a los profesionistas que necesitan conocer las dimensiones humanas para aplicar este conocimiento en la elaboración de los objetos, máquinas y herramientas que el hombre utiliza. Este conocimiento no se enfoca a las diferencias individuales entre los sujetos, sino a grandes cantidades de datos obtenidos a partir de muestras de población, para que sean contemplados en el diseño de objetos que puedan ser usados por los individuos que las componen.



ISBN 970-620-112-2